

## **Procedimentos e dinâmicas inerentes ao processo dos concursos públicos e à realização de “Empreitadas de Obras Públicas, em Portugal”**

**JOÃO ANTÓNIO FARINHA CARDOSO**

(Bacharel em Engenharia Civil)

Trabalho de Relatório de Estágio de natureza científica para obtenção do grau de  
Mestre em Engenharia Civil na Área de Especialização de Edificações

Orientadores:

Licenciado José Carlos Carrapito Prestes

Licenciado António Manuel Alves Matias

Júri:

Presidente:

Doutor João Alfredo Ferreira dos Santos

Vogais:

Licenciado Júlio Walter Miguel Fernandes

Licenciado José Carlos Carrapito Prestes

Licenciado António Manuel Alves Matias

**Novembro de 2013**



## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus filhos, Inês e Leonardo, pelo entusiasmo que me deram para dar continuidade de formação pessoal e académica e à compreensão que mostraram nos momentos que não pudemos ficar juntos.

Aos meus pais por todo o apoio que me deram ao longo da vida, em especial ao incentivo que me deram para a concretização desta minha meta académica. Ao meu irmão por me acompanhar sempre no que foi necessário.

À Maria da Graça Pereira pelo seu afeto, confiança e por todos os momentos que partilhámos em conjunto.

A todos os professores que contribuíram para a minha formação, nas várias vertentes.

Aos colegas que me acompanharam durante a vida académica, pelos momentos que passámos. Um grande abraço a todos.

Ao Engenheiro Carlos Prestes, meu orientador académico, pela disponibilidade e orientação neste Trabalho Final de Mestrado.

Ao Engenheiro António Manuel Matias, meu orientador na empresa Alves Ribeiro, SA, pela disponibilidade, pela oportunidade e pelo seu contributo na orientação deste trabalho.

A todos que não mencionei e que de algum modo contribuíram para a realização deste relatório de TFM, o meu muito obrigado.



## RESUMO

Os procedimentos concursais de obras públicas geram um processo dinâmico, tanto na fase de elaboração dos procedimentos para concurso pelas entidades adjudicantes, como na fase de estudo, orçamento e elaboração da proposta por parte da entidade concorrente. Este trabalho reporta à análise dos requisitos mais relevantes, a considerar no estudo e na elaboração dos procedimentos concursais a fim de proceder à contratação pública e à realização de obras públicas, tanto na ótica da entidade concorrente/executante como na perspetiva da entidade adjudicante/dono de obra.

Os procedimentos concursais de obras públicas, em Portugal, regulados por diploma foram analisados desde o reinado de D. Maria II até à atualidade. Neste trabalho é feita uma breve abordagem aos principais diplomas jurídicos, sobre o tema, desde o Decreto de 9 de maio de 1906, Diário do Governo n.º 111 de 18 de maio, até ao Decreto-Lei n.º 18/2008. Diário da República n.º 20, Série I de 2008-01-29.

Presentemente, em Portugal, os procedimentos para a contratação pública são regulamentados pelo Código dos Contratos Públicos, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro e pelas sete alterações que ocorreram desde a sua publicação até julho de 2012. Neste trabalho são analisadas a estrutura do Código dos Contratos Públicos (CCP) e as respetivas alterações ao diploma.

No âmbito da elaboração de proposta de uma empreitada de construção civil é apresentado neste Trabalho Final de Mestrado o estudo económico de estruturas de suporte flexíveis. Com este propósito, apresentam-se os dimensionamentos das cortinas de estacas-pranchas metálicas, em consola e monoapoiada. Para o estudo das cortinas foi utilizada a metodologia contemplada no Eurocódigo 7, aplicando os métodos de cálculo clássicos: o método da cortina em consola e o método do apoio livre ou simples. Para o dimensionamento do escoramento metálico aplicaram-se as disposições previstas no Eurocódigo 3. Verificados os cálculos de dimensionamento procedeu-se ao estudo comparativo dos preços unitários das duas soluções estudadas e apresentam-se também as respetivas conclusões.

**Palavras-chave:** CCP, procedimentos, concursais, entidade, adjudicante, candidato, concorrente, contratação, fluxogramas, cortina, estacas-pranchas.



## ABSTRACT

The tendering procedures for public works generate a dynamic process, both in the preparation of tender procedures by contracting authorities, as in the study, budgeting and preparation phase of the proposal on the part of the bidder. This paper reports on the analysis of the more relevant requirements to consider in the study and preparation of tendering procedures, in order to proceed to public procurement and the completion of public works, both from the perspective of the bidder/performing party as the perspective of the contracting authority/construction site developer.

The tendering procedures for public works in Portugal, regulated by statute, were analyzed from the reign of D. Maria II up to the present. In this paper, there is a brief approach to the main legal texts on the subject from the Decree of the 9<sup>th</sup> of May 1906, Government Gazette No. 111 of the 18<sup>th</sup> of May, to the Decree-Law No. 18/2008, Official Journal No. 20, Series I of 2008-01-29.

Currently, in Portugal, the procedures for public procurement are regulated by the Public Procurement Code, approved by Decree-Law No. 18/2008, of the 29<sup>th</sup> of January, and by the seven changes that have occurred since its publication until July 2012. This paper analyzes the structure of the Public Procurement Code (PPC) and the respective changes to the diploma.

In drafting the proposal of a civil construction contract, the economic study of flexible supporting structures is presented in this Master's Final Paper. For this purpose, we present the dimensioning of steel sheet piling curtains, in bracket and single support. For the study of the curtains, it was used the methodology contemplated in Eurocode 7, applying the classic calculation methods: the method of the curtain in bracket and the free or simple support method. For the dimensioning of the metal shoring, the norms of Eurocode 3 have been applied. Once the dimensioning calculations were verified, the comparative study of unit prices of the two addressed solutions was undertaken and the conclusions were drawn accordingly.

**Keywords:** PPC, tendering, procedures, contracting, authority, candidate, bidder, hiring, flowcharts, curtain, sheet piling.





## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AC1 – Abordagem de Cálculo 1

ADEC – Área Departamental de Engenharia Civil

AR – Assembleia da República

ATAM – Associação dos Trabalhadores da Administração Local

CCP – Código dos Contratos Públicos

CICEOP – Comissão de Inspeção e Classificação dos Empreiteiros de Obras  
Públicas

CICEOPICC - Comissão de Inspeção e Classificação de Empreiteiros de Obras  
Públicas e Industriais de Construção Civil

CMOPP – Conselho de Mercados de Obras Públicas e Particulares

D. do G. – Diário do Governo

D.R. – Diário da Republica

DL – Decreto-Lei

E.P.E. – Entidade Pública Empresarial

EC3 – Eurocódigo 3 – Projeto de estruturas de aço

EC7 – Eurocódigo 7 – Projeto geotécnico

Ed – Valor de cálculo do efeito das ações

ESFII – Estruturas de Suporte e Fundações II

I.P. – Instituto Público

IMOPPI – Instituto dos Mercados de Obras Públicas e Particulares e do  
Imobiliário

InCI – Instituto da Construção e do Imobiliário

JOUE – Jornal Oficial da União Europeia

Mb,Rd - Valor de cálculo do momento fletor resistente à encurvadura

Mc,Rd - Valor de cálculo do momento fletor resistente de uma secção transversal

MEd – Valor de cálculo do momento fletor atuante

My,c,Rd - Valor de cálculo do momento fletor resistente de uma secção  
transversal, em relação ao eixo mais forte (y-y).

$M_y, V, R_d$  - Valor de cálculo do momento fletor resistente, reduzido pela interação com o esforço transversal em relação ao eixo mais forte de uma secção transversal

NSPT – Número de pancadas – Ensaio SPT

OOP – Observatório das Obras Públicas

OP – Obras Públicas

$R_d$  - Valor de cálculo da capacidade resistente em relação a uma ação

SPT – Standard Penetration Test

TFM – Trabalho Final Mestrado

UC – Unidade curricular

$V_{Ed}$  – Valor de cálculo do esforço transversal atuante

$W_{el,min}$  – Módulo de flexão elástico mínimo de uma secção transversal

$W_{pl}$  – Módulo de flexão plástico de uma secção transversal

## INDICE

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Descrição e enquadramento do Trabalho Final de Mestrado .....	1
1.2 Objetivos .....	1
1.3 Metodologia .....	2
1.4 Organização do TFM .....	3
<b>2. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO DO PROCESSO DE CONCURSOS DE OBRAS PÚBLICAS, EM PORTUGAL .....</b>	<b>5</b>
2.1 Período entre os anos de 1852 a 2007 - Principais diplomas jurídicos .....	5
2.1.1 Decreto de 9 de maio de 1906, D. do G. n.º111 de 18 de maio .....	6
2.1.2 Decreto-Lei n.º 48871. D.R. n.º42, Série I de 1969-02-19.....	7
2.1.3 Decreto – Lei n.º 235/86. D.R. n.º 188, Série I de 1986/08/18 .....	9
2.1.4 Decreto – Lei n.º 405/93. D.R. n.º 287, Série I-A de 1993/12/10 .....	12
2.1.5 Decreto – Lei n.º 59/99. D.R. n.º 51, Série I-A de 1999/03/02 .....	14
2.1.6 Evolução da estrutura dos regimes das empreitadas de obras públicas .....	18
<b>3. CÓDIGO DOS CONTRATOS PÚBLICOS, APROVADO PELO DL 18/2008 DE 29 DE JANEIRO.....</b>	<b>21</b>
3.1 Decreto-Lei n.º 18/2008. D.R. n.º20, Série I de 2008-01-29.....	21
3.1.1 Análise da estrutura do DL 18/2008 de 29 de janeiro .....	21
3.1.2 Alterações ao DL 18/2008 de 29 de janeiro e ao CCP .....	25
3.2 Empreitadas de obras públicas fases pré-contratual e contratual - Diagramas.....	30
3.2.1 Contratação pública tipos de procedimentos .....	30
3.2.2 Ajuste direto.....	30
3.2.3 Concurso público .....	31
3.2.4 Concurso limitado por prévia qualificação.....	32
3.2.5 Procedimento por negociação .....	33
3.2.6 Diálogo concorrencial .....	34
<b>4. ACOMPANHAMENTO DO ESTUDO E ELABORAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS CONCURSAIS DE OBRAS PÚBLICAS .....</b>	<b>35</b>
4.1 Perspetiva da entidade executante como candidato e ou concorrente do procedimento concursal.....	35
4.1.1 Organograma da equipa de elaboração dos procedimentos concursais .....	36
4.1.2 Fluxogramas do processo de estudo, orçamento e elaboração de propostas de procedimentos concursais .....	38
4.1.3 Caso estudo sobre o procedimento de uma empreitada de obra pública.....	39
4.1.4 Estatísticas sobre os estudos e orçamentos de obras – 2008 a 2012.....	51
4.2 Perspetiva da entidade adjudicante na elaboração dos procedimentos de contratação de obras públicas .....	52

4.2.1	Fluxogramas dos procedimentos concursais de acordo com o CCP. ....	54
4.2.2	Estatísticas sobre procedimentos concursais da contratação pública .....	58
<b>5.</b>	<b>CASO PRÁTICO - ESTUDO ECONÓMICO DE ESTRUTURAS DE SUPORTE</b>	
	<b>FLEXÍVEIS, NO ÂMBITO DA ELABORAÇÃO DE PROPOSTA, NUMA EMPREITADA</b>	
	<b>DE CONSTRUÇÃO CIVIL .....</b>	<b>61</b>
5.1	Estudo da cortina de estacas-pranchas metálicas em consola – Dimensionamento.....	61
5.2	Estudo da cortina de estacas-pranchas metálicas monoapoiada – Dimensionamento.....	76
5.3	Escolha da solução das cortinas de estacas-pranchas estudadas para elaboração do processo de procedimento. ....	114
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>119</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>121</b>
	<b>PÁGINAS DE INTERNET.....</b>	<b>125</b>
	<b>ANEXO I – PRIMEIROS DIPLOMAS DOS PROCEDIMENTOS DE OP.....</b>	<b>1</b>
	<b>ANEXO II – ELEMENTOS DO CAPÍTULO 2.....</b>	<b>9</b>
	<b>ANEXO III – ELEMENTOS DO CAPÍTULO 3.....</b>	<b>15</b>
	<b>ANEXO IV – ELEMENTOS DO CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>27</b>
	<b>ANEXO V – ELEMENTOS DO CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>49</b>

## Lista de Figuras

Figura 1 - Cronologia do Instituto Público Regulador [Fonte: InCI].....	15
Figura 2 - Gráfico: Evolução da estrutura dos principais diplomas - obras públicas ....	19
Figura 3 - Diagrama: CCP tipos de procedimentos .....	17
Figura 4 - Diagrama: Ajuste direto .....	17
Figura 5 - Diagrama: Concurso público.....	18
Figura 6 - Diagrama: Concurso limitado por prévia qualificação .....	18
Figura 7 - Diagrama: Procedimento por negociação .....	19
Figura 8 - Diagrama: Diálogo concorrencial .....	19
Figura 9 - Organograma parcial: Estrutura da empresa [Fonte: Alves Ribeiro, S.A.]...	29
Figura 10 - Fluxograma: Escolha dos procedimentos [Fonte: Alves Ribeiro, S.A.].....	30
Figura 11 - Fluxograma: Conceção e desenvolvimento [Fonte: Alves Ribeiro, S.A.] ...	31
Figura 12 - Fluxograma: Elaboração da proposta [Fonte: Alves Ribeiro, S.A.].....	32
Figura 13 - Distribuição dos estudos e orçamentos: 2008-2012.....	33
Figura 14 - Distribuição de valores anuais dos estudos e orçamentos.....	33
Figura 15 - Distribuição de valores por procedimento .....	34
Figura 16 - Diagrama: Contratação pública, Parte II do CCP .....	34
Figura 17 - Diagrama: Tipos e escolha de procedimentos .....	35
Figura 18 - Diagrama: Formação do contrato .....	35
Figura 19 - Fluxograma: Ajuste direto normal [Fonte: ATAM].....	36

Figura 20 - Fluxograma: Ajuste direto simplificado.....	37
Figura 21 - Fluxograma: Concurso público [Fonte: ATAM].....	38
Figura 22 - Fluxograma: Concurso público urgente [Fonte: ATAM].....	39
Figura 23 - Fluxograma: Conc. limitado por prévia qualif. - parte 1 [Fonte: ATAM] .....	40
Figura 24 - Fluxograma: Conc. limitado por prévia qualif. - parte 2 [Fonte: ATAM] .....	41
Figura 25 - Fluxograma: Procedimento de negociação - parte 1 [Fonte: ATAM] .....	42
Figura 26 - Fluxograma: Procedimento de negociação - parte 2 [Fonte: ATAM] .....	43
Figura 27 - Fluxograma: Diálogo concorrencial - parte 1 [Fonte: ATAM] .....	44
Figura 28 - Fluxograma: Diálogo concorrencial - parte 2 [Fonte: ATAM] .....	45
Figura 29 - Fluxograma: Concurso de conceção [Fonte: ATAM].....	46
Figura 30 - Diagramas de pressões [Fonte: Sebenta ESFII - ISEL] .....	51
Figura 31 - Sondagem 2: Resultados do ensaio "in situ".....	52
Figura 32 - Cortina em consola: Escavação – secção transversal .....	53
Figura 33 - Cortina em consola: Diagrama de pressões .....	53
Figura 34 - Extrato do catálogo 2010 - perfis Z [Fonte: ArcelorMittal].....	54
Figura 35 - Extrato do catálogo 2010 - perfis U [Fonte: ArcelorMittal] .....	55
Figura 36 - Cortina em consola: Planta das estacas prachas do tipo AZ 37-700.....	56
Figura 37 - Cortina monoapoiada: Planta geral.....	56
Figura 38 - Método do apoio simples: Ficha curta [Fonte: Sebenta ESFII - ISEL].....	57
Figura 39 - Cortina monoapoiada: Escavação – secção transversal .....	57

Figura 40 - Cortina monoapoiada: Diagrama de pressões .....	58
Figura 41 - Diagrama de pressão segundo Rowe [Fonte: UC ESFII - ISEL] .....	58
Figura 42 - Correção de Rowe por redistribuição das pressões passivas [Fonte: UC ESFII - ISEL].....	59
Figura 43 - Correção de Rowe: Traçado das curvas e escolha do perfil .....	59
Figura 44 - Extrato tabela de cálculo: Momento reduzido [Fonte: UC CMM - ISEL] ....	60
Figura 45 - Escoramento metálico: Viga longitudinal continua .....	60
Figura 46 - Método de <i>Hardy Cross</i> : Cálculo dos momentos fletores na viga .....	61
Figura 47 - Diagramas de esforços na viga contínua .....	61
Figura 48 - Extrato tabela de cálculo: Momento reduzido [Fonte: UC CMM - ISEL] ....	62
Figura 49 - Apoio superior da cortina: Planta de escoramento à cota +2,18 .....	62
Figura 50 - Tabela perfis HE120 [Fonte: Profil ARBED] .....	63
Figura 51 -Tabela perfis HE160 [Fonte: Profil ARBED] .....	64
Figura 52 - Tabela perfis HE 220 [Fonte: Profil ARBED] .....	65
Figura 53 - Tabela perfis HE 300 [Fonte: Profil ARBED] .....	66

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 - Estrutura do Decreto de 9 de maio de 1906.....	11
Tabela 2 - Estrutura do DL n.º48871.D.R. n.º42, Série I de 1969-02-19 .....	11
Tabela 3 - Estrutura do DL n.º 235/86. D.R. n.º 188, Série I de 1986-08-18.....	12
Tabela 4 - Estrutura do DL n.º 405/93. D.R. n.º 287, Série 1 de 1993-12-10.....	12
Tabela 5 - Estrutura do DL n.º 59/99. D.R. n.º 51, Série I-A de 1999-03-02 .....	13
Tabela 6 - Dados dos diplomas: regime das empreitadas de obras públicas.....	14
Tabela 7 - Tipos de peças dos procedimentos de formação de contrato [Fonte: Tiago Mota – Guia Teórico/Prático-Código dos Contratos Público].....	20
Tabela 8 - Estrutura do DL n.º 18/2008. D.R. n.º 20, Série I de 2008-01-29.....	21
Tabela 9 - Primeira alteração ao CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro...	21
Tabela 10 - Segunda alteração ao DL 18/2008 de 29 de janeiro .....	21
Tabela 11 - Terceira alteração ao CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro.	22
Tabela 12 - Quarta alteração ao CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro ...	23
Tabela 13 - Quinta alteração ao CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro ...	23
Tabela 14 - Sexta alteração ao CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro.....	23
Tabela 15 - Sétima alteração ao CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro...	24
Tabela 16 - Relatório preliminar: resultados da avaliação de propostas .....	47
Tabela 17 - Cortina em consola: Cálculo de pressões - Combinação 1 .....	67
Tabela 18 - Cortina em consola: Cálculo de forças e braços – Combinação 1.....	68



Tabela 19 - Cortina em consola: Cálculo de pressões - Combinação 2 .....	69
Tabela 20 - Cortina em consola: Cálculo de forças e braços – Combinação 2.....	70
Tabela 21 - Cortina em consola: Estacas-pranchas metálicas seleccionadas .....	71
Tabela 22 - Cortina monoapoiada: Cálculo de pressões - Combinação 1 .....	72
Tabela 23 - Cortina monoapoiada: Cálculo de forças e braços – Combinação 1 .....	73
Tabela 24 - Cortina monoapoiada: Cálculo de pressões - Combinação 2 .....	74
Tabela 25 - Cortina monoapoiada: Cálculo de forças e braços - Combinação 2 .....	75
Tabela 26 - Cortina monoapoiada: Estacas-pranchas metálicas seleccionadas .....	76
Tabela 27 - Correção de Rowe: Dados para a curva estrutural.....	76
Tabela 28 - Correção de Rowe: Dados para a curva de serviço .....	77
Tabela 29 - Escoramento metálico: Viga de topo - verificação à encurvadura (compressão).....	78
Tabela 30 - Escoramento metálico: Viga longitudinal - verificação à encurvadura (compressão).....	79
Tabela 31 - Escoramento metálico: Viga longitudinal - verificação à encurvadura (Momentos <sup>+</sup> ) .....	80
Tabela 32 - Escoramento metálico: Escora intermédia - verificação à encurvadura (compressão).....	81
Tabela 33 - Escoramento metálico: Escora de topo - verificação à encurvadura (compressão).....	82
Tabela 34 - Ficha composição de custos: Cortina em consola perfil AZ -37 700.....	83
Tabela 35 - Ficha composição de custos: Cortina monoapoiada perfil PU 11R .....	84

Tabela 36 - Ficha composição de custos: Cortina monoapoiada perfil PU 9R .....	85
Tabela 37 - Ficha composição de custos: Cortina monoapoiada escoramento metálico .....	86
Tabela 38 - Ficha composição de custos: Cortina monoapoiada betão de enchimento .....	87
Tabela 39 - Ficha composição de custos: Cortina monoapoiada armadura .....	88

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 Descrição e enquadramento do Trabalho Final de Mestrado**

O presente Trabalho Final de Mestrado tem como base a realização de um Estágio na empresa de acolhimento e a consequente elaboração do relatório. Sendo esta exposição a resultante do acompanhamento, e da pesquisa efetuada, sobre procedimentos e dinâmicas inerentes à elaboração do processo dos concursos públicos e de realização de empreitadas de obras públicas, em Portugal.

Foram realizados estudos relacionados com a atividade da elaboração de procedimento de contratação pública, na vertente das obras públicas.

A empreitada de construção civil principal, para análise, foi a “Empreitada de Construção dos Armazéns nos Lotes 10 e 11 do Pólo 2 da Plataforma Logística de Leixões”. Além do estudo do procedimento da empreitada referido, foram realizados outros estudos relativos a outros procedimentos concursais disponíveis na empresa no período de estágio, adequados ao enquadramento do tema e dentro do âmbito da engenharia civil. Estes serão mencionados no trabalho à medida que seja necessário referir a sua existência para a exposição do trabalho realizado, anota-se que na elaboração deste trabalho não serão mencionados nomes das entidades adjudicante e concorrentes.

O motivo do Relatório de Estágio, enquadra-se no âmbito do tema proposto para o Trabalho Final de Mestrado, o qual foi aceite pela Comissão Coordenadora de Mestrados da ADEC na 2ª fase de elaboração do TFM, reporta como objetivo principal a análise dos requisitos mais relevantes a considerar no processo de procedimentos concursais da contratação pública, e de realização, de obras públicas, quando elaborados respetivamente pela entidade executante e pelo dono de obra.

O percurso para a realização deste relatório passa pelo estudo, das principais exigências para os procedimentos concursais, da legislação portuguesa e da informação disponível sobre o assunto deste tema.

### **1.2 Objetivos**

- Abordar a realidade atual para a elaboração de procedimentos concursais de obras públicas em Portugal, segundo a ótica da entidade concorrente/executante e a ótica da entidade adjudicante/dono de obra. Interceder para melhorar e adquirir competências, no domínio da engenharia civil, na especialidade

edificações, através da realização de estágio no Departamento de Construção Civil no Setor de Estudos e Orçamentos da empresa Alves Ribeiro, SA sendo este responsável pelo estudo, orçamento e elaboração de propostas dos procedimentos concursais desenvolvidos na empresa, nas várias vertentes que lhe estão associadas (planificação, coordenação, materiais, soluções e tecnologias construtivas, gestão dos recursos necessários para o desenvolvimento de obra);

- Desenvolver, pesquisar e solidificar, sobre os conhecimentos adquiridos e lecionados ao longo de todo o Curso de Engenharia Civil;
- Estágio de forma a melhorar o conhecimento sobre as técnicas de funcionamento, dos procedimentos de concursos de obras públicas;
- Estudar o exercício e a dinâmica dos procedimentos concursais de obras públicas em Portugal, e contribuir para a escolha de recursos mais apropriados;
- Perceber e resolver problemas em situações novas e não familiares, no domínio da engenharia civil, em contextos alargados e multidisciplinares;
- Melhorar o desempenho profissional tendo em consideração os princípios éticos e deontológicos da profissão.

### **1.3 Metodologia**

O estágio realizado na empresa Alves Ribeiro, SA teve o acompanhamento do Engenheiro António Manuel Alves Matias, responsável pelo Setor de Estudos e Orçamentos.

Teve início a um de março de dois mil e treze e terminou a um de julho de dois mil e treze, totalizando quatro meses.

Com o estágio pretendeu-se fazer, o acompanhamento das atividades de elaboração de procedimentos de concursos públicos, de estudos e orçamentos para a elaboração da proposta para concurso, de interpretação da documentação associada aos procedimentos concursais, tais como caderno de encargos, legislação e outros elementos pertinentes.

Durante o período de progresso do Trabalho Final de Mestrado, em especial no estágio, desenvolveu-se a análise de procedimentos concursais para a contratação pública de obras de construção civil, a observação e a interpretação das regras que disciplinam a atividade dos procedimentos concursais públicos.

#### **1.4 Organização do TFM**

Tendo como referência, a informação definida na estrutura regulamento da Comissão Coordenadora de Mestrado da Área Departamental de Civil, este Trabalho Final de Mestrado contempla seis capítulos, cujos conteúdos se sintetizam a seguir:

- No capítulo um faz-se a introdução, onde se insere o contexto do Trabalho Final de Mestrado, nomeadamente quanto à descrição, objetivos e metodologia;
- No capítulo dois é feito o enquadramento histórico do processo de concursos de obras públicas em Portugal, durante o Século XX (1906 a 1999);
- No capítulo três descreve-se o estudo realizado ao Código dos Contratos Públicos, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro, no que se refere aos assuntos mais significativos para o processo de procedimentos concursais da contratação pública;
- No capítulo quatro é abordado o acompanhamento realizado no estudo e elaboração de procedimentos concursais de obras públicas na perspetiva do empreiteiro, e na perspetiva da entidade adjudicante;
- No capítulo cinco é realizado o estudo económico de estruturas de suporte flexíveis, no âmbito do estudo e orçamento para a elaboração de proposta numa obra de construção civil. É feito o estudo das cortinas de estacas-pranchas metálicas, em consola, e monoapoiada;
- No capítulo seis é feita a conclusão sobre o tema desenvolvido no relatório de estágio no âmbito do Trabalho Final de Mestrado.



## **2. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO DO PROCESSO DE CONCURSOS DE OBRAS PÚBLICAS, EM PORTUGAL**

### **2.1 Período entre os anos de 1852 a 2007 - Principais diplomas jurídicos**

Em meados do século XIX com o início da industrialização, deram-se os primeiros passos para a modernização da administração e do desenvolvimento económico do país, surge assim através do Decreto de 30 de agosto de 1852, da Rainha D. Maria II, a criação, e a fixação da orgânica inicial, do Ministério das Obras Públicas Comércio e Indústria responsável pelos setores das obras públicas transportes terrestres e assuntos económicos (Comércio, Indústria e Agricultura). No ANEXO I apresenta-se extrato do Diário do Governo onde consta a redação do Decreto acima referido.

António Maria de Fontes Pereira de Melo, engenheiro militar, ficou encarregado pelo novo Ministério, sendo este responsável, pelo aumento do número de estradas, pela construção do primeiro troço de caminhos de ferro Lisboa – Carregado e início da construção da malha ferroviária nacional, pela montagem da primeira rede de iluminação pública, pela montagem da primeira linha telegráfica, pela revolução do setor dos transportes e comunicações inaugurando carreiras de barcos a vapor com horários regulares, os serviços postais e as redes telefónicas.

A fase de programas ambiciosos de obras públicas, liderada por Fontes Pereira de Melo é designada por Fontismo. Este programa foi realizado com recurso a empréstimos efetuados pelo governo português ao exterior, nomeadamente à banca inglesa.

No período posterior à publicação do Decreto de 30 de agosto de 1852 até 1906, a legislação sobre o assunto foi sendo adaptada e atualizada ao contexto da época são exemplo disso, a Portaria de 14 de abril de 1856, Diário do Governo de 15 de abril, N.º 88, onde foi publicado o Regulamento para a administração das obras públicas, contabilidade, e pagamento das despesas e sua fiscalização, a Portaria de 19 de março de 1861, Diário de Lisboa n.º 64 de 20 de março, onde foi publicado as Instruções para as arrematações de obras públicas, a Portaria de 28 de abril de 1887, Diário do Governo n.º 94, de 29 de abril, onde foram publicadas as clausulas e condições gerais de empreitadas de obras públicas.

Para enquadramento e estudo do assunto a seguir é apresentada a legislação sobre o tema referente ao período de 1906 até 2007.

### **2.1.1 Decreto de 9 de maio de 1906, D. do G. n.º111 de 18 de maio**

Procedência – Diário do Governo n.º 111 de 18 de maio de 1906.

Entidade emitente – Ministério das Obras Públicas, Comércio e Indústria – MOPCI.

Resumo do tema – Cláusulas e condições gerais de empreitadas e fornecimento de obras públicas.

REI – D. Carlos I (outubro de 1889 a fevereiro de 1908)

Este Decreto procedeu à modificação das cláusulas e condições gerais de empreitadas de obras públicas e à substituição da Portaria de 28 de abril de 1887 do D. do G. n.º 94 de 29 de abril de 1887.

Após um período de vigência de cerca de duas décadas (1887 – 1906), no ano de 1906 e de acordo com a introdução elaborada pelo legislador no Decreto de 9 de maio, houve a necessidade de modificar as cláusulas e condições gerais de empreitadas e fornecimento de obras públicas de modo a ajustar as prescrições regulamentares, tendo em vista o fornecimento de materiais e a execução de obras.

A formulação deste projeto de cláusulas e condições gerais para empreitadas de obras públicas e de fornecimento de materiais, teve em consideração a indicação das práticas sobre a matéria, até então, teve também como propósito o acautelar pela melhor forma os interesses do Estado sem que se prejudicasse os direitos legais dos empreiteiros e fornecedores.

O Decreto de 9 de maio de 1906 permitiu igualmente a harmonização das prescrições estabelecidas em relação aos pagamentos de obras públicas nas condições gerais da Administração Pública.

Os fornecimento de materiais, equipamentos, utensílios contratados em concurso público iniciavam e terminavam nas datas expressas no contrato.

De acordo com o artigo 45.º o adjudicatário depois da assinatura do contrato não podia apresentar reclamação alguma sobre a natureza ou preço dos objetos contratados nem sobre as condições de fornecimento estabelecidas no contrato.



As cláusulas e condições gerais de empreitadas e fornecimentos de obras públicas aprovadas pelo Decreto de 9 de maio de 1906 estão dispostas em 77 artigos, organizados em 8 capítulos, conforme Tabela 1 do ANEXO II.

No ANEXO I apresenta-se extrato do Diário do Governo relativo ao Decreto de 9 de maio de 1906.

Decorridos 63 anos surge em 1969 o diploma que substitui o Decreto de 9 de maio de 1906, durante este período surgiu alguma legislação complementar a este diploma, são exemplo, o Decreto 4667 de 14 de julho de 1918 que publica o Regulamento para execução e contabilidade das Obras Públicas, promulgado pelo Presidente da República Sidónio Pais (Major do Exército e Professor), a Portaria n.º 7702 de 24 de outubro de 1933, onde o Governo da República Portuguesa, pelo Ministro das Obras Públicas e Comunicações – Duarte Pacheco manda aprovar as instruções para a arrematação e adjudicação de obras públicas e fornecimentos e suas respectivas liquidações, era Presidente da República Portuguesa Óscar Carmona (Marechal do Exército).

### **2.1.2 Decreto-Lei n.º 48871. D.R. n.º42, Série I de 1969-02-19**

Procedência – Diário do Governo - 1ª Série, n.º 42, de 19 de fevereiro de 1969.

Entidade emitente – Ministério das Obras Públicas - MOP.

Resumo do tema – Promulga o regime de contrato de empreitadas de Obras Públicas.

Presidente da República – Américo Tomás (agosto de 1958 a abril de 1974)

Até à entrada em vigor deste DL (julho de 1969) as empreitadas e fornecimentos de obras públicas eram regulamentados pelas cláusulas e condições do Decreto de 9 de maio de 1906.

A experiência obtida durante seis décadas (1906-1969) em Portugal até à data de retificação da legislação, em 1969, e o crescente desenvolvimento observado nas obras públicas e indústria conduziram à necessidade de revisão da legislação vigente sobre o assunto fornecimento e empreitadas de obras públicas.

Para proceder ao estudo de alterações desta matéria e à elaboração de um novo diploma que tratasse todas as circunstâncias do contrato de obras públicas, o Governo da República Portuguesa decidiu com ajuda de uma comissão com representantes dos serviços dos Ministérios de Obras Públicas e das Comunicações da Ordem dos Engenheiros e do Grémio Regional das Indústrias da Construção Civil e Obras Públicas do Sul, a aprovação do DL n.º48871 de fevereiro de 1969.

De acordo com o artigo 1.º este diploma tinha como propósito regulamentar as empreitadas de trabalhos de construção, reconstrução, restauro, reparação, conservação ou adaptação de bens imóveis que corressem total ou parcialmente por conta do Estado ou de Instituto Público Autónomo, no território continental e insular. Em relação às obras que decorressem por conta das autarquias locais continuava a observar-se as disposições especiais do Código Administrativo.

Conforme o artigo 2.º do DL n.º48871 de fevereiro de 1969 o modo de retribuição ao empreiteiro nas empreitadas de obras públicas poderia proceder-se de acordo com os seguintes tipos de empreitadas:

- 1- Empreitadas por preço global;
- 2- Empreitadas por série de preços;
- 3- Empreitadas por percentagem.

Na empreitada por preço global o modo de retribuição ao empreiteiro era fixado adiantadamente num valor certo que correspondia à remuneração de todos os trabalhos necessários à realização da obra contratada, conforme artigo 4.º.

Este tipo de empreitada aplicar-se-ia a obras públicas relativamente às quais era possível calcular com base no projeto com pequena probabilidade de erro os recursos a utilizar na construção, conforme artigo 5.º.

Na empreitada por série de preços o valor de remuneração ao empreiteiro era estipulado pela aplicação dos preços unitários contratuais de cada espécie a realizar às quantidades realmente executadas, conforme artigo 14.º.

Na empreitada por percentagem o modo de retribuição ao empreiteiro era estabelecido pelo preço correspondente ao custo da obra acrescido de uma percentagem destinada a

compensar os encargos de administração e de remuneração da atividade da empresa, conforme artigo 37.º.

O artigo 3.º define como partes do contrato de empreitadas de obras públicas o dono de obra e o empreiteiro.

O presente diploma prevê que a celebração do contrato de empreitada de obras públicas seja precedida do seguinte:

- ❖ Concurso público, conforme definido no artigo 43.º;
- ❖ Concurso limitado, conforme definido no artigo 43.º;
- ❖ Ajuste direto, conforme definido no artigo 43.º.

O regime do contrato de empreitadas de obras públicas, aprovado pelo DL n.º 48871 de 19 de fevereiro de 1969 é constituído por 226 artigos, organizados por 8 capítulos distintos divididos em secções, e algumas destas secções estão repartidas em subsecções. Na Tabela 2 do ANEXO II apresenta-se uma síntese da estrutura de diploma.

### **2.1.3 Decreto – Lei n.º 235/86. D.R. n.º 188, Série I de 1986/08/18**

Procedência – Diário da República - 1ª Série, n.º 188, de 18 de agosto de 1986.

Entidade emitente – Ministério da Obras Públicas, Transportes e Comunicações - MOPTC.

Resumo do tema – Aprova o novo regime jurídico das empreitadas e fornecimento de obras públicas.

Presidente da República – Mário Soares.

No período de 1969 a 1986 aparece o DL n.º 109/82. D.R. n.º 82, Série I de 1982-04-08 do MHOPT – Ministério da Habitação Obras Públicas e Transportes que institui um sistema de exceção em relação ao cumprimento da documentação válida para a

estruturação do processo dos contratos das empreitadas de obras públicas de forma a possibilitar o rápido lançamento dos programas de obras públicas e habitação.

Decorridos dezassete anos (1969-1986) de vigência do DL n.º 48871 de 19 de fevereiro de 1969, este diploma desatualizou-se em algumas determinações e por outro lado houve também a necessidade de estabelecer na legislação nacional as regras de concorrência que constam nas diretivas 71/304/CEE e 71/305/CEE da Comunidade Económica Europeia. Pretendeu-se com este DL efetuar a reformulação geral do regime jurídico do contrato e empreitada de obras públicas e juntar neste diploma a legislação avulsa ulterior a 1969.

Com o intuito de fornecer ao setor das obras públicas um enquadramento jurídico moderno e adequado à realidade do país a elaboração do DL n.º 235/86 de 18 de agosto pretendeu introduzir as disposições da Resolução do Conselho de Ministros n.º 23/86 de 3 de março e a consagração dos seguintes princípios:

- “ *Reformulação das normas relativas aos prazos e regras de publicidade dos concursos* ”;
- “ *Eliminação de discriminações em razão da nacionalidade e da preferência pela utilização de materiais de origem nacional* ”;
- “ *Garantia da maior isenção das partes, definindo situações de impedimento e sanções para atuações que ponham em causa o funcionamento da concorrência*”;
- “ *Eliminação da exigência de caução provisória, passando, em seu lugar, a exigir - se, em sede própria, um maior rigor no controlo das condições de acesso e permanência na atividade* ”;
- “ *Adoção do critério da proposta mais vantajosa como critério normal de adjudicação, prevendo-se, conjunturalmente, a possibilidade de recurso a um critério que vise proteger o dono de obra contra as baixas artificiais de praça* ”;
- “ *Resolução das dúvidas de interpretação suscitadas, na vigência do regime anterior, pelos preceitos relativos à prova do pagamento da contribuição industrial e à contagem do prazo de mora nos atrasos dos pagamentos* ”;

- *“Obrigatoriedade da tentativa de conciliação antes do recurso à via contenciosa para dirimir os conflitos emergentes”;*
- *Obrigatoriedade de revisão de preços por alteração das circunstâncias nos contratos de empreitada de obras públicas, possibilitando-se, contudo, o afastamento do regime legal em casos especiais “;*
- *Acesso dos concorrentes preteridos ao relatório da comissão de apreciação de propostas, com vista a tornar mais transparente o processo de escolha da proposta preferida “.*

O artigo 2.º define como partes do contrato de empreitadas de obras públicas o dono de obra e o empreiteiro.

Em relação ao modo de retribuição ao empreiteiro nas empreitadas de obras públicas e conforme o artigo 6.º poderiam processar-se de acordo com os seguintes tipos de empreitada:

- 1- Empreitadas por preço global;
- 2- Empreitadas por série de preços;
- 3- Empreitadas por percentagem.

Nos artigos 7.º, 17.º, 42.º do DL n.º 235/86 de 18 de agosto estão definidos os conceitos de empreitada por preço global, por série de preços e por percentagem respetivamente, sendo estes conceitos semelhantes aos referidos no Decreto – Lei n.º 48871 de 19 de fevereiro de 1969.

O presente diploma prevê que a celebração do contrato de empreitada de obras públicas seja precedida do seguinte:

- ❖ Concurso público conforme definido no artigo 49.º;
- ❖ Concurso limitado conforme definido nos artigos 50.º e 51.º;
- ❖ Ajuste direto conforme definido no artigo 52.º.

O DL n.º 235/86 de 18 de agosto é constituído por 236 artigos dispostos em 8 capítulos, estando estes subdivididos em secções e subsecções. A Tabela 3 do Anexo II mostra a forma como está organizado este diploma.

#### **2.1.4 Decreto – Lei n.º 405/93. D.R. n.º 287, Série I-A de 1993/12/10**

Procedência – Diário da República - 1ª Série A, n.º 287, de 10 de dezembro de 1993.

Entidade emitente – Ministério da Obras Públicas, Transportes e Comunicações - MOPTC.

Resumo do tema – Aprova o novo regime de empreitada de obras públicas promovidas pela administração estadual direta ou indireta, pela administração regional e administração local.

Presidente da República – Mário Soares.

Após sete anos (1986-1993) de vigência o DL n.º 235/86 de 18 de agosto foi revogado pelo DL n.º 405/93 de 10 de dezembro. Esta alteração no regime jurídico das empreitadas de obras públicas surge devido ao facto de se terem verificado importantes transformações económicas e sociais na atividade da construção e também ao desenvolvimento do processo de inclusão de Portugal na Comunidade Económica Europeia.

Para acompanhamento deste progresso surge a Diretiva n.º 89/440/CEE de 18 de julho onde são estabelecidas novas medidas relacionadas com o processo de adjudicação de empreitadas de obras públicas, alterando também a Diretiva n.º 71/305/CEE, da Comunidade Económica Europeia.

De entre as alterações introduzidas ao DL n.º 235/86 de 18 de agosto pelo DL n.º 405/93 de 10 de dezembro e tendo em consideração os objetivos e os princípios (da equidade, da transparência, da modernidade, do equilíbrio das obrigações e deveres das partes para a salvaguarda da natureza dos contratos de direito público) sobressaem algumas alterações que se enumeram de seguida:

- “ *Embora o âmbito de aplicação deste diploma às empresas públicas e às sociedades anónimas de capitais maioritariamente públicos dependa de portaria*

*do ministro competente, consagrou-se a obrigatoriedade da sua aplicação às concessionárias de serviços públicos, sempre que o valor da empreitada seja igual ou superior ao estabelecido para efeitos de aplicação das diretivas das Comunidades Europeias relativas à coordenação dos processos de adjudicação de empreitadas de obras públicas “;*

- *“ Os diferentes tipos de concurso, atentas às disposições comunitárias em vigor, são redefinidos e é-lhes conferido um novo enquadramento legal “;*
- *“ O conceito e o regime dos trabalhos a mais é clarificado, conferindo-lhes o rigor que os mesmos justificam “;*
- *“ A fixação de novos preços é objeto de nova regulamentação, no sentido de lhe atribuir uma disciplina mais rigorosa e clara “;*
- *“ O processo de concurso público foi reformulado, com o intuito de autonomizar as diversas fases que o integram “;*
- *“ É consagrada a obrigatoriedade de celebração de contrato de seguro, em condições a definir por portaria, nos casos em que os concorrentes apresentem projeto base “;*
- *“ O prazo de garantia de boa execução da empreitada é alargado para cinco anos”;*

O artigo 2.º define como partes do contrato de empreitadas de obras públicas o dono de obra e o empreiteiro.

No que se refere ao modo de retribuição ao empreiteiro nas empreitadas de obras públicas e conforme o artigo 6.º poderia processar-se de acordo com os seguintes tipos de empreitada:

- 1- Empreitadas por preço global;
- 2- Empreitadas por série de preços;
- 3- Empreitadas por percentagem.

Nos artigos 7.º, 17.º, 41.º do DL n.º 405/93 de 10 de dezembro estão definidos os conceitos de empreitada por preço global, por série de preços e por percentagem respetivamente, sendo estes conceitos semelhantes aos referidos no DL n.º 235/86 de 18 de agosto.

O presente diploma prevê que a celebração do contrato de empreitada de obras públicas seja precedida do seguinte:

- ❖ Concurso público conforme definido no artigo 48.º;
- ❖ Concurso limitado conforme definido nos artigos 49.º e 50.º;
- ❖ Concurso por negociação conforme definido no artigo 51.º;
- ❖ Ajuste direto conforme definido no artigo 52.º.

O DL n.º 405/93 de 10 de dezembro é constituído por 241 artigos dispostos por 8 títulos, estando estes subdivididos em capítulos e secções. A Tabela 4 do ANEXO II mostra a forma como está organizado este diploma.

Como se pode observar na tabela 4 relativa a este DL os capítulos passaram a designar-se por títulos, e as secções passaram a designar-se por capítulos, evidenciando uma evolução em relação aos diplomas anteriores.

#### **2.1.5 Decreto – Lei n.º 59/99. D.R. n.º 51, Série I-A de 1999/03/02**

Procedência – Diário da República - 1ª Série A, n.º 51, de 02 de março de 1999.

Entidade emitente – Ministério do Equipamento do Planeamento e da Administração do Território - MEPAT.

Resumo do tema – Aprova o novo regime jurídico das empreitadas de obras públicas.

Presidente da República – Jorge Sampaio.

Ao fim de seis anos (1993 – 1999) de validade do DL n.º 405/93 de 10 de dezembro, foi criado um grupo de trabalho dos Ministérios das Finanças, do Equipamento e da

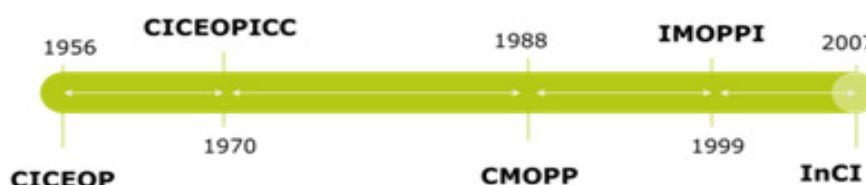


Administração do Território e da Justiça. O objetivo desta equipa técnica foi proceder de forma adequada à transposição da Diretiva n.º 93/37/CE e, à elaboração do novo regime jurídico das empreitadas de obras públicas.

No DL n.º 405/93 de 10 de dezembro não estava contemplado de forma adequada as medidas relativas à coordenação dos processos de adjudicação de empreitadas de obras públicas adotadas pela Diretiva n.º 93/37/CE de 14 de junho de 1993. Naquela altura constatou-se também que o regime em vigor necessitava de outras modificações no sentido de melhorar a regulação do mercado das obras públicas por forma a tornar todo o processo de concurso mais rigoroso e transparente.

O DL n.º 59/99 de 2 de março, em relação ao, DL n.º 405/93 de 10 de dezembro, introduz alterações que resultam dos imperativos das regras da Comunidade Europeia, tendo estas por sua vez, conduzido à conceção de um conjunto de medidas coerentes que com as restantes medidas legislativas em vigor se traduziu num novo diploma, que disciplina o acesso e a permanência na atividade de empreiteiro de obras públicas e industrial da construção e, na criação de um novo instituto público regulador do setor das obras públicas.

O novo Instituto Público foi criado através do Decreto – Lei n.º 60/99 de 2 de março tendo a designação de IMOPPI – Instituto dos Mercados de Obras Públicas e Particulares e do Imobiliário. A Figura 1 apresenta a cronologia do Instituto Público Regulador desde 1956 a 2007.



**Figura 1 - Cronologia do Instituto Público Regulador [Fonte: InCI]**

Tendo em consideração o disposto neste DL apresenta-se a seguir alguns dos aspetos mais relevantes do DL n.º 59/99 de 2 de março:

- i. *“ Alarga-se o âmbito de aplicação deste regime às concessionárias de serviço público e às sociedades de interesse coletivo que exerçam atividades em regime exclusivo ou privilégio”;*
- ii. *“ Criam-se duas comissões, uma responsável pela qualificação dos concorrentes e a outra responsável pela análise das propostas”;*
- iii. *“ Explicita-se a possibilidade de o concorrente apresentar proposta com preço firme, renunciando assim à revisão de preços “;*
- iv. *“ Introduzem-se alterações no regime da garantia dos contratos, traduzidas essencialmente nos seguintes aspetos:*  
*Substituição da caução pela retenção de 10% dos pagamentos a efetuar no caso de obras de valor inferior a 5 000 contos;*  
*Aumento da caução, até 30% do preço total do contrato, em casos excecionais devidamente justificados e publicitados;*  
*Substituição da caução por contrato de seguro adequado à execução da obra pelo preço total do respetivo contrato;*  
*Manutenção da caução por um período de cinco anos, correspondente ao prazo de garantia”;*
- v. *“ Regula-se de novo a subcontratação em obra pública, criando-se um regime para o contrato de empreitada de direito privado, derogatório daquele que está previsto no capítulo XII do título II do livro II do Código Civil, regime este que, para além das vantagens em termos de conhecimento da atividade, até para efeitos de classificação dos empreiteiros de obras públicas, cria condições de sã concorrência “;*
- vi. *“ Interdita-se a possibilidade de subempreitar trabalhos ou partes da obra de valor superior a 75% do valor da obra “;*
- vii. *“ Consagram-se normas reguladoras específicas para o contrato de concessão de obras públicas. Tal resulta, por um lado, de um imperativo comunitário, já que a Diretiva n.º 93/37/CE tem disposições concretas sobre esta matéria (designadamente quanto às matérias de publicidade, prazo para apresentação das propostas e subcontratação), e, por outro, das próprias exigências de*

*sistematização e coerência do direito interno, que, até ao momento, apresenta uma lacuna quanto a este regime “;*

- viii. “ Inclui-se uma disposição sobre higiene, saúde e segurança no trabalho - matérias reguladas em legislação especial -, cujo não cumprimento dá ao dono da obra o direito de rescindir o contrato”;*
- ix. “ Impõe-se aos donos de obra fazer publicar no 1.º trimestre de cada ano todas as adjudicações efetuadas no ano anterior, qualquer que tivesse sido a forma conducente às adjudicações”;*
- x. “ Acentua-se, com algum relevo, que foram explicitadas medidas desburocratizadoras, das quais se destaca a presunção de existência de idoneidade, capacidade técnica e capacidade económica e financeira pela posse do certificado de classificação de empreiteiro de obras públicas adequado para a obra posta a concurso.  
Tal implica um maior rigor em todo o processo de qualificação das empresas, sobretudo na verificação das condições de manutenção na atividade”;*
- xi. “ Inclui-se, finalmente, um regime relativo ao «controlo de custos de obras públicas», o que implica uma restrição muito significativa da possibilidade de execução de trabalhos que envolvam aumento de custos resultantes, designadamente, de trabalhos a mais e erros ou omissões do projeto, instituindo-se mecanismos de controlo das condições em que tais trabalhos possam ser autorizados “.*

O artigo 1.º do DL n.º 59/99 de 2 de março define obra pública como quaisquer obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, reparação, conservação, limpeza, restauro, adaptação, beneficiação e demolição de imóveis, que sejam executadas por conta de um dono de obra pública. As obras públicas poderiam ser executadas por empreitada, por concessão, e por administração direta.

O artigo 7.º diferencia as partes do contrato de empreitada de obra pública que são o dono de obra e o empreiteiro.

Em relação ao modo de retribuição ao empreiteiro e conforme o artigo 8.º poderia processar-se em consonância com os seguintes tipos de empreitada:

- 1- Empreitadas por preço global;
- 2- Empreitadas por série de preços;
- 3- Empreitadas por percentagem.

Nos artigos 9.º, 18.º, 39.º do DL n.º 59/99 de 2 de março estão definidos os conceitos dos tipos de empreitada acima mencionados, verifica-se que a conceção é idêntica ao referido no DL n.º 405/93 de 10 de dezembro.

Este diploma prevê que o contrato de empreitada de obra pública seja precedido respetivamente, dos seguintes procedimentos:

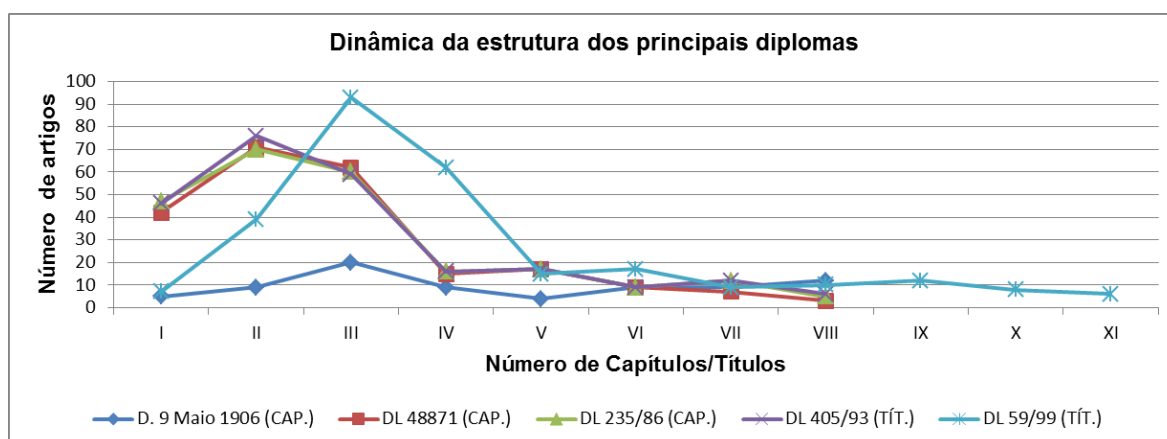
- ❖ Concurso público conforme definido no artigo 59.º;
- ❖ Concurso limitado conforme definido nos artigos 121.º;
- ❖ Concurso por negociação conforme definido no artigo 133.º;
- ❖ Ajuste direto conforme definido no artigo 136.º.

O Decreto – Lei n.º 59/99 de 2 de março é constituído por 278 artigos que estão organizados em 11 títulos estando estes por sua vez divididos em capítulos e secções. O Anexo II a Tabela 5 mostra a forma como é composto o presente diploma.

#### **2.1.6 Evolução da estrutura dos regimes das empreitadas de obras públicas**

Na Tabela 6 do ANEXO II apresentam-se os dados recolhidos sobre o estudo da legislação que vigorou em Portugal desde Decreto de 30 de agosto de 1852 até DL n.º 59/99 de 2 de março. Anota-se que o exercício das entidades promotoras e das entidades concorrentes na elaboração de procedimentos concursais de obras públicas em Portugal dependeu do conjunto e do teor das leis vigentes em cada período da história. Da análise dos diplomas sobre esta temática constata-se que o estado da economia do país num dado período e o investimento em obras públicas tem influência na legislação sobre este assunto, o que se manifesta no desempenho das entidades intervenientes durante a elaboração dos processos de procedimentos concursais de obras públicas.

Nos períodos de menor prosperidade económica no país e ou de menor investimento por parte do estado no setor das obras públicas observa-se que a legislação sobre este tema torna-se mais limitativa impondo maiores restrições no processo de elaboração de procedimentos concursais. Tendo em conta os dados expostos na Tabela 6 do ANEXO II procedeu-se à elaboração do gráfico da Figura 2, onde se pretende expor a dinâmica da estrutura dos principais diplomas que regulamentaram a atividade de elaboração de procedimentos concursais de obras públicas.



**Figura 2 - Gráfico: Evolução da estrutura dos principais diplomas - obras públicas**

Da análise do gráfico da figura 2 verificamos que a estrutura do Decreto de 9 de maio de 1906 em termos de capítulos manteve - se até ao DL 405/93, ou seja durante 87 anos (1906 – 1993) registando-se as alterações mais significativas na organização e na discrição de alguns artigos. O Decreto de 9 de maio de 1906 esteve em vigor durante 63 anos (1906-1969) este foi o diploma que regulou durante um maior período a elaboração de procedimentos concursais de obras públicas em Portugal.

Comparando o andamento das curvas referentes aos decretos DL 48871 de 1969, DL 235/86 e DL 405/93 observa-se que a estrutura dos capítulos e dos artigos são praticamente idênticas, havendo apenas ligeiras alterações na organização e na discrição de alguns artigos. Verifica-se também que os capítulos V e VI se mantêm inalterados nestes 3 diplomas. O Capítulo V refere-se a “Da receção e liquidação da obra” e o capítulo VI refere-se a “Da rescisão e da resolução convencional da empreitada”. Na estrutura do DL 405/93 foi introduzida a alteração seguinte: a designação Capítulo passou a designar-se por Título. Esta alteração mantém-se nos diplomas posteriores incluído o que está em vigor atualmente.

Em relação à curva do decreto DL 59/99 o seu andamento mostra que houve uma reformulação muito significativa quer na estrutura do diploma quer na organização e na descrição dos artigos que o constituem. A maior mudança verifica-se nos Títulos I a V, mantendo-se com ligeiras variações nos Títulos V a VIII, pela primeira vez a estrutura do diploma passa de 8 Títulos para XI Títulos, onde são introduzidos temas como “Concessões de obras públicas”, e “Subempreitadas”

### **3. CÓDIGO DOS CONTRATOS PÚBLICOS, APROVADO PELO DL 18/2008 DE 29 DE JANEIRO**

#### **3.1 Decreto-Lei n.º 18/2008. D.R. n.º20, Série I de 2008-01-29**

Procedência – Diário da República - 1ª Série, n.º 20, de 29 de janeiro de 2008.

Entidade emitente – Ministério das Obras Públicas Transportes e Comunicações - MOPTC.

Resumo do tema – Aprova o CCP onde está estabelecida a disciplina a aplicar à contratação pública e o essencial do regime dos contratos com base na natureza de contrato administrativo.

Presidente da República – Aníbal Cavaco Silva.

#### **3.1.1 Análise da estrutura do DL 18/2008 de 29 de janeiro**

Neste ponto será feita uma análise sucinta de âmbito geral sobre o DL 18/2008 e o seu anexo designado por CCP uma vez que as matérias retratadas neste diploma são complexas e extensas para serem desenvolvidas apenas nesta alínea do TFM, para outros pormenores e mais informação sobre o tema deverá ser consultado o DL n.º 18 de 29 de janeiro de 2008 que é o documento legislativo em vigor sobre o assunto atualmente.

De acordo com o legislador o CCP é o primeiro diploma que trata de um duplo objeto quer na área da atividade contratual quer na da administração, encarregando-se por isso de ser um documento histórico nos dois âmbitos mencionados. Teve também a função alinhar a legislação nacional com as mais recentes Diretivas comunitárias 2004/17/CE e 2004/18/CE ambas de 31 de março, alteradas pela Diretiva 2005/51/CE de 7 de setembro e retificada pela Diretiva 2005/75/CE de 16 de novembro.

Este diploma reuniu um conjunto de normas relativas aos procedimentos pré-contratuais públicos, e rompeu com algumas práticas tradicionais portuguesas que não se justificavam ou que careciam de ajustamentos.

O CCP contempla também uma linha de continuidade em relação à matriz da contratação pública dos principais diplomas que lhe antecederam, entre eles, o DL 59/99 de 2 de março, o DL 197/99 de 8 de junho e o DL 223/2001 de 9 de agosto, de modo a garantir a estabilidade jurídica aos agentes económicos. Em simultâneo o CCP pretende que se prossiga na modernização segundo três níveis fundamentais:

- Ao nível da investigação e desenvolvimento, o diploma estabelece que para contratos de valor igual ou superior a 25 000 000 € a entidade adjudicatária seja obrigada a apresentar um ou mais projetos de investigação e desenvolvimento relacionados com as exigências do objeto do contrato a concretizar em território nacional;
- Ao nível da permeabilidade ao crescimento tecnológico e às possibilidades proporcionadas pelos meios eletrónicos de modo a se realizarem compras com base sustentável;
- Ao nível da evolução jurídica e da sua articulação com outras áreas de interligação, de modo a ajustar o sistema da contratação pública com a execução dos contratos abrangidos por técnicas de financiamento sobretudo na área dos contratos de concessão.

O CCP pretende ser um instrumento de codificação no que diz respeito às matérias de contratação pública motivado pela necessidade de uniformizar as regras legislativas dispersas no universo jurídico e regulamentar os vazios jurídicos com a intenção de introduzir maior celeridade e rigor na matéria da contratação pública.

Em relação aos procedimentos pré-contratuais o CCP reduziu a quantidade e a sua diversidade permitindo uniformizar a terminologia e as respetivas normas dos procedimentos. Com esta alteração os procedimentos previstos passam a ser os seguintes: Ajuste direto, Negociação com publicação prévia de anúncio, Concurso público, Concurso limitado por prévia qualificação, e Diálogo concorrencial.

Esta nova organização veio eliminar procedimentos que se revelam menos convenientes para a concorrência, designadamente no concurso público limitado sem apresentação de candidaturas ou sem publicação de anúncio, na negociação sem publicação prévia de anúncio e consulta prévia. O CCP introduziu maior rigor nos requisitos em relação à qualificação dos candidatos, nomeadamente nos procedimentos de concurso limitado e



de negociação. Incidiu também no rigor e na inovação das regras relativas à metodologia de avaliação de propostas. A aplicação do método de avaliação deve constar no programa de procedimento devendo ser enumerados todos os fatores que formam o critério de adjudicação acompanhados das respetivas ponderações.

A fase de qualificação dos candidatos tem lugar nos seguintes procedimentos pré-contratuais: Procedimento por negociação com publicação prévia de anúncio, Concurso limitado por prévia qualificação e Diálogo concorrencial.

Em relação às peças do procedimento salienta-se o caderno de encargos onde deverá estar expressa as cláusulas relacionadas com os aspetos de execução do contrato submetido à concorrência. Estas cláusulas fixam os parâmetros a que as propostas estão vinculadas.

Referem-se como exemplo destes parâmetros o preço a pagar pela entidade adjudicante, o prazo de execução, para os quais devem ser definidos valores mínimos ou máximos de modo a balizarem a concorrência. As propostas que não se enquadrem nas condições estabelecidas para o procedimento, podem ser excluídas do processo de qualificação dos candidatos.

De acordo com o DL 18/2008 - CCP Parte II Título II Capítulo III artigo 40.º é apresentado na Tabela 7 do ANEXO III os tipos de peças dos procedimentos de formação de contrato.

Outro dos objetivos do CCP é o da simplificação da fase pré-contratual do procedimento através da utilização das novas tecnologias de informação recorrendo a plataformas eletrónicas adequadas à participação nos procedimentos concursais. Estas simplificações promovem a desburocratização e a desmaterialização da contratação pública. A comunicação por via eletrónica assegura o encurtamento dos prazos de elaboração de procedimentos relativamente ao sistema clássico que recorre ao papel para a circulação de informação.

Em relação à legislação anterior ao DL 18/2008 e no que se refere às empreitadas de obras públicas o CCP apresenta *como principais linhas de força*:

- “Abandono da tradicional tricotomia «empreitada por preço global, por série de preços ou por percentagem»”;

- *“Clarificação do mecanismo de representação das partes e reforço dos poderes do diretor de fiscalização da obra (antigo «fiscal da obra») ”;*
- *“Uniformização do regime de garantias administrativas do empreiteiro relativamente a eventos que sejam formalizados em auto”;*
- *“Previsão de um observatório das obras públicas”;*
- *“Consagração da regra de que incumbe ao dono de obra o procedimento administrativo de expropriação, constituição de servidões e ocupação de prédios necessários à execução dos trabalhos, ficando igualmente sob sua responsabilidade o pagamento das indemnizações devidas”;*
- *“Previsão da regra segundo a qual as expropriações devem estar concluídas, na sua totalidade, antes da celebração do contrato, salvo quando o número de prédios a expropriar associado ao prazo de execução da obra tornem esta obrigação manifestamente desproporcionada”;*
- *“Circunscrição dos casos em que se admite consignação parcial”;*
- *“Racionalização, por via de limitações acrescidas por comparação com o que resultava do Decreto-Lei n.º 59/99, de 2 de março, do regime dos trabalhos a mais, que passam a depender de pressupostos mais apertados e deixam de incluir os trabalhos necessários ao suprimento de erros e omissões”;*
- *“Redefinição do regime da responsabilidade por erros e omissões, que passa a assentar na regra de que o empreiteiro assume tal responsabilidade quando tenha a obrigação contratual ou pré-contratual de elaborar o programa ou o projeto de execução, exceto quando aqueles erros e omissões sejam induzidos pelos elementos elaborados ou disponibilizados pelo dono de obra”;*
- *“Limitações acrescidas em matéria de subempreitadas”;*
- *“Reformulação substancial do regime de garantia da obra, que passa a variar consoante se trate de defeitos relativos a elementos construtivos estruturais (10 anos), a elementos construtivos não estruturais ou a instalações técnicas*

*(5 anos) ou equipamentos que afetos à obra mas dela autonomizáveis (2 anos) ”;*

- *“Previsão de um relatório final de obra”;*
- *“Clarificação do regime de extinção do contrato pelo dono de obra e pelo empreiteiro”.*

Em relação à estrutura do Decreto – Lei n.º 18/2008 de 29 de janeiro, esta é constituída por 18 artigos organizados em 4 capítulos e respetivo anexo. Toda a organização do anexo é bastante extensa e é constituído pelo CÓDIGO DOS CONTRATOS PÚBLICOS, o qual está ordenado em 5 Partes, Títulos, Capítulos, Secções e Artigos. A Tabela 8 do ANEXO III mostra a forma como é composto o presente diploma.

Segundo Tiago Matos, no livro “GUIA TEÓRICO/PRÁTICO-CÓDIGO DOS CONTRATOS PÚBLICOS”- edição de fevereiro de 2013, o CCP divide-se em duas partes bem diferenciadas, a fase de formação do procedimento designada por “*Fase Pré-Contratual*”, e a fase de execução denominada por “*Fase Contratual*”.

### **3.1.2 Alterações ao DL 18/2008 de 29 de janeiro e ao CCP**

Neste ponto descrevem-se os principais diplomas que alteram o CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro. O período de análise é referente ao período de setembro de 2008 a julho de 2012, a que corresponde às modificações efetuadas da primeira à sétima alteração.

❖ Lei n.º 59/2008, de 11 de setembro

Procedência – Diário da República - 1ª Série, n.º 176, de 11 de setembro de 2008.

Entidade emitente – Assembleia da República - AR.

Resumo do tema – Aprova o Regime de Contrato de Trabalho em Funções Públicas – RCTFP, e respetivo Regulamento.

Presidente da República – Aníbal Cavaco Silva

**A primeira alteração é a seguinte:**

O art.º 12º da Lei n.º 59/2008, de 11 de setembro altera a alínea 2 a) do art.º 4º do CCP, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro.

❖ Decreto - Lei n.º 223/2009, de 11 de setembro

Procedência – Diário da República - 1ª Série, n.º 177, de 11 de setembro de 2009.

Entidade emitente – Ministério das Obras Públicas Transportes e Comunicações - MOPTC.

Resumo do tema – Modifica o Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro, que aprovou o Código dos Contratos Públicos, prorrogando até 31 de outubro de 2009 a possibilidade dos documentos que constituem a proposta ou a candidatura poderem ser apresentados em suporte papel.

Presidente da República – Aníbal Cavaco Silva

**A segunda alteração é a seguinte:**

O art.º 1º do Decreto - Lei n.º 223/2009, de 11 de setembro altera a alínea 1) do art.º 9º do DL 18/2008, de 29 de janeiro.

❖ Decreto - Lei n.º 278/2009, de 2 de outubro

Procedência – Diário da República - 1ª Série, n.º 192, de 2 de outubro de 2009.

Entidade emitente – Ministério das Obras Públicas Transportes e Comunicações - MOPTC.

Resumo do tema – Modifica (segunda modificação) o Código dos Contratos Públicos, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro, com vista a garantir a flexibilidade da sua aplicação às atividades de investigação e desenvolvimento em instituições científicas e de ensino superior. Republica em anexo o referido Código (CCP) com a redação modificada.

Presidente da República – Aníbal Cavaco Silva

**A terceira alteração é a seguinte:**

O art.º 1º do DL 278/2009 de 2 de outubro altera os artigos: art.º 2.º alíneas 2a) e 2c); art.º 5.º alínea 3); art.º 55.º alíneas a) g); art.º 57.º alínea 2c); art.º 58.º alínea 4); art.º 83.º alíneas 1) 2) 3) 4) 5); art.º 86.º alíneas 1c) 2) 3) 4) 5); art.º 113.º alínea 5); art.º 115.º alínea j); art.º 118.º alíneas 1) 2) 3); art.º 132.º alíneas f) g) h); art.º 164.º alínea g); art.º 180.º alínea 2); art.º 186.º alínea 1); art.º 295.º alínea 7); art.º 361.º alínea 3); art.º 370.º alínea 3); art.º 373.º alínea 2); art.º 381.º alínea 1) e art.º 394.º alínea 5), do Código dos Contratos Públicos.

O art.º 2 do DL 278/2009 de 2 de outubro adiciona ao CCP o artigo 83.º- A.

O art.º 3 do DL 278/2009 de 2 de outubro revoga a alínea 2c) do art.º 2.º do Código dos Contratos Públicos, aprovado em anexo ao Decreto - Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro.

❖ Lei n.º 3/2010, de 27 de abril

Procedência – Diário da República - 1ª Série, n.º 81, de 27 de abril de 2010.

Entidade emitente – Assembleia da República - AR.

Resumo do tema – Determina a obrigatoriedade de retribuição de juros de mora pelo Estado pelo atraso no cumprimento de qualquer obrigação relativa a dinheiro. Modifica (segunda modificação) o Decreto-Lei n.º 32/2003, de 17 de fevereiro, que institui o regime especial relativo aos atrasos de pagamento em transações comerciais e altera (quarta modificação) o Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro, que aprovou o Código dos Contratos Públicos - CCP.

Presidente da República – Aníbal Cavaco Silva

**A quarta alteração é a seguinte:**

O art.º 3º da Lei n.º 3/2010, de 27 de abril altera os artigos: art.º 299.º alíneas 1a) 1b) 1c) 1d) 2) 3) 4); art.º 326.º alíneas 2) 3) 3) 4) 5) 6), do CCP.

O art.º 4 da Lei n.º 3/2010, de 27 de abril adiciona o art.º 299.º- A, ao CCP, aprovado em anexo ao Decreto - Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro.

❖ Decreto - Lei n.º 131/2010, de 14 de dezembro

Procedência – Diário da República - 1ª Série, n.º 240, de 14 de dezembro de 2010.

Entidade emitente – Ministério das Obras Públicas Transportes e Comunicações - MOPTC.

Resumo do tema – Insere o mecanismo do anúncio voluntário de transparência, modifica o regime da invalidade de ações procedimentais de formação de contratos administrativos, esclarece a aplicação de regras do Código dos Contratos Públicos, realiza a quinta alteração ao CCP, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro, e transpõe a Diretiva n.º 2007/66/CE, de 11 de Dezembro, que modifica as Diretivas nºs 8/665/CEE, de 21 de dezembro, e 92/13/CEE, de 25 de fevereiro, no que se refere ao melhoramento da eficácia do recurso em matéria de adjudicação de contratos públicos.

Presidente da República – Aníbal Cavaco Silva

**A quinta alteração é seguinte:**

O art.º 1º do Decreto – Lei n.º 131/2010, de 14 de dezembro introduz o mecanismo do anúncio voluntário de transparência e um regime especial de invalidade consequente de atos procedimentais inválidos, aplicável aos contratos abrangidos pela parte II do CCP.

O art.º 2º do DL 131/2010, de 14 de dezembro altera os artigos: art.º 77.º alínea 1); art.º 95.º alíneas a) b) d); art.º 104.º alíneas 1a) 2a) 2b) 2d) e art.º 472.º alíneas 3) 4), do CCP.

O art.º 3 DL 131/2010, de 14 de dezembro adiciona os artigos 78.º-A e 283.º-A, ao CCP.

O art.º 6 DL 131/2010, de 14 de dezembro revoga a alínea 4b) do art.º 95.º e a alínea 2b) do art.º 104.º, do CCP, aprovado em anexo ao Decreto -Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro.

❖ Lei n.º 64-B/2011, de 30 de dezembro

Procedência – Diário da República - 1ª Série, n.º 250 Supl., de 30 de dezembro de 2011.

Entidade emitente – Assembleia da República - AR.

Resumo do tema – Aprova o Orçamento do Estado para 2012.

Presidente da República – Aníbal Cavaco Silva

**A sexta alteração é a seguinte:**

O art.º 27 da Lei n.º 64-B/2011, de 30 de dezembro altera as alíneas 2) e 3) do art.º 127.º, do CCP, aprovado em anexo ao Decreto - Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro.

❖ Decreto - Lei n.º 149/2012, de 12 de julho

Procedência – Diário da República - 1ª Série, n.º 134, de 12 de julho de 2012.

Entidade emitente – Ministério da Economia e do Emprego

Resumo do tema – Modifica (sétima modificação) o CCP, aprovado em anexo ao Decreto-Lei 18/2008, de 29 de janeiro.

Presidente da República – Aníbal Cavaco Silva

**A sétima alteração é a seguinte:**

O art.º 2º do Decreto - Lei n.º 149/2012, de 12 de julho altera os artigos: art.º 2.º alíneas 1e) 2) a) i) 3); art.º 5.º alíneas 3) 4i) 7); art.º 19.º alínea a); art.º 20.º alíneas 1a) 4); art.º 27.º alíneas 1f) 7); art.º 31.º alínea 1); art.º 42.º alíneas 7) 8) 9) 10); art.º 43.º alíneas 1) 2) 3) 5); art.º 55.º alíneas f) j); art.º 58.º alínea 4); art.º 61.º alíneas 1) 2) 3) 4) 5) 6) 7); art.º 86.º alínea 1c); art.º 114.º alínea 2); art.º 146.º alínea 2j); art.º 219.º alínea 1); art.º 276.º alínea 4c); art.º 370.º alíneas 2a) 2b) 2c) 2d) 3); art.º 376.º alíneas 1) 3) 4) 5) 6) 7) 8) e 9); art.º 377.º alíneas 2a) 2b) 2d); art.º 378.º alíneas 3) 4); art.º 454.º alíneas 1b) 2a) 2b) 2c) 2d); e art.º 465.º alíneas 1) 2). do Código dos Contratos Públicos.

O art.º 3º do Decreto - Lei n.º 149/2012, de 12 de julho altera os anexos I, II, IV e V ao Código dos Contratos Públicos com a redação que consta no anexo ao presente diploma.

O art.º 4º do Decreto - Lei n.º 149/2012, de 12 de julho revoga: a alínea 3) do art.º 2.º; a alínea 3) do art.º 5.º; a alínea 4) do art.º 20.º; as alíneas 1f) 7) do art.º 27.º; as alíneas 7) 8) 9) 10) do art.º 42.º; a alínea 4) do art.º 58.º; o art.º 126.º; a alínea 2j) do art.º 146.º; as alíneas 2d) 3) do art.º 370.º; e a alínea 2d) do art.º 454.º do Código dos Contratos Públicos, aprovado em anexo ao Decreto -Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro.

Nas Tabelas 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15 do ANEXO III está exposta uma síntese das alterações efetuadas ao CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro da primeira à sétima alteração. Estas tabelas são um instrumento de trabalho muito útil para os intervenientes que necessitem desta matéria servindo de guia para uma consulta atualizada ao conteúdo do CCP. Este guia permite ser modernizado a qualquer altura em função de eventuais alterações legislativas que possam acontecer no teor do CCP.

### **3.2 Empreitadas de obras públicas fases pré-contratual e contratual - Diagramas.**

#### **3.2.1 Contratação pública tipos de procedimentos**

A contratação pública é abordada na Parte II do CCP, conforme se pode ver na estrutura do DL 18/2008 de 29 de janeiro na Tabela 8 do ANEXO III. A Parte II é constituída pelos seguintes Títulos:

Título I – Tipos e escolhas de procedimentos, do art.º 16.º ao art.º 33.º; Título II – Fase de formação de contrato, do art.º 34.º ao art.º 111.º; Título III – Tramitação procedimental, do art.º 112.º ao art.º 218.º; Título IV – Instrumentos procedimentais especiais, do art.º 219.º ao art.º 250.º; Título V – Acordos quadro, do art.º 251.º ao art.º 259.º; Título VI – Centrais de compras, do art.º 260.º ao art.º 266.º; Título VII – Garantias administrativas, do art.º 267.º ao art.º 274.º; Título VIII – Extensão do âmbito de aplicação, do art.º 275.º ao art.º 277.º.

No diagrama da Figura 3 do ANEXO III estão contemplados os tipos de procedimentos a adotar na contratação pública, em Portugal, em conformidade com o CCP.

#### **3.2.2 Ajuste direto**

De acordo com o artigo 112.º do CCP o conceito de ajuste direto é o seguinte:

*“O ajuste direto é o procedimento em que a entidade adjudicante convida diretamente uma ou várias entidades à sua escolha a apresentar proposta, podendo com elas negociar aspetos da execução do contrato a celebrar.”*



O ajuste direto organizar-se recorrendo ao regime geral ou ao regime simplificado. Na contratação de obras públicas aplica-se o regime geral, estando este limitado a valores inferiores a 150.000 €. O regime simplificado aplica-se à formação de um contrato de aquisição ou locação de bens móveis ou de aquisição de serviços cujo preço contratual não ultrapasse 5.000 €.

O CCP no artigo 114.º possibilita que a entidade executante convide uma ou mais entidades para apresentar proposta.

O ajuste direto é o único procedimento sem anúncio sendo a inexistência de divulgação a sua principal característica.

No diagrama da Figura 4 do Anexo III pode observar-se a tramitação procedimental a adotar na elaboração de procedimentos de ajuste direto, prevista no CCP.

Em conformidade com o CCP o ajuste direto pode ter uma das seguintes possibilidades: o ajuste direto com convite a uma entidade, o ajuste direto com convite a mais de uma entidade, o ajuste direto com fase de negociações, o ajuste direto sem fase de negociações, e o ajuste direto simplificado.

### **3.2.3 Concurso público**

Tendo em conta o especificado na secção I do capítulo II nos artigos 130.º e 131.º do CCP o concurso público é publicitado no *Diário da República* através de modelo apropriado para o efeito. Posteriormente à publicação acima referida a entidade adjudicante pode proceder à publicação do anúncio ou o resumo dos elementos mais importantes noutros meios convenientes como a plataforma eletrónica e o *Jornal Oficial da União Europeia – JOUE*.

O concurso público pode-se realizar através de dois métodos, o concurso público “padrão” regulado pelas disposições previstas nas secções I a VI do capítulo II, artigos 130.º a 154, e o concurso público urgente regulamentado nos artigos 155.º a 161.º da Secção VII do Capítulo II do Título III da Parte II do CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro de 2008.

Com as alterações introduzidas no concurso público em conjunto com os resultados da desmaterialização dos procedimentos previstas no CCP, desapareceu a fase do ato público do concurso definida no DL 59/99 de 2 de março de 1999.

O diagrama da Figura 5 do Anexo III contempla a tramitação procedimental a adotar na elaboração de procedimentos de concurso público, prevista no CCP.

Em relação ao leilão eletrónico e de acordo com o artigo 140.º da Secção IV, este consiste num procedimento eletrónico interativo baseado num dispositivo eletrónico que possibilita aos concorrentes melhorar progressivamente as respetivas propostas.

O leilão eletrónico só pode ser usado no caso de contratos de locação ou de aquisição de bens móveis ou de contratos de aquisição de serviços.

Já no que se refere à fase de negociação das propostas, e de acordo com os artigos 149.º a 154.º da secção VI do Capítulo II do Título III da Parte II do CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro somente pode ser aplicada no caso de contratos de concessão de obras públicas ou de concessão de serviços públicos.

#### **3.2.4 Concurso limitado por prévia qualificação**

Conforme o artigo 162.º secção I, o concurso limitado por prévia qualificação orienta-se pelas disposições que regulam o concurso público com as devidas adaptações, previstas nas secções I, II e III o capítulo III do Título III da Parte II do CCP.

O procedimento por concurso limitado por prévia qualificação visa garantir que qualquer empreitada seja executada por entidades competentes e habilitadas durante o desenvolvimento de todas as fases do seu processo.

O diagrama da Figura 6 do Anexo III contempla a tramitação procedimental, a adotar na elaboração de procedimentos de concurso limitado por prévia qualificação, prevista no CCP.

Atendendo ao disposto no artigo 163.º o concurso limitado por prévia qualificação inclui duas fases, sendo a primeira designada por fase da apresentação das candidaturas e qualificação dos candidatos, e segunda por fase da apresentação e análise das propostas e adjudicação.

A principal diferença deste procedimento em relação ao concurso público consiste no fato do concurso limitado por prévia qualificação incluir uma fase inicial de qualificação dos candidatos, em que terminada esta fase de qualificação seguem-se os procedimentos do concurso público.

### **3.2.5 Procedimento por negociação**

De acordo com o artigo 193.º secção I, o procedimento por negociação orienta-se pelas disposições que regulam o concurso limitado por prévia qualificação com as devidas adaptações previstas nas secções I, II, III e IV o capítulo IV do Título III da Parte II do CCP.

No diagrama da Figura 7 do Anexo III está contemplada a tramitação procedimental a adotar na elaboração de procedimentos por negociação, prevista no CCP.

Tendo em consideração o disposto no artigo 194.º o procedimento por negociação contém quatro fases, a fase da apresentação das candidaturas e da qualificação dos candidatos, a fase da apresentação e análise das versões iniciais das propostas, a fase da negociação das propostas, e a fase da análise das versões finais das propostas e adjudicação.

Terminada a fase de qualificação as versões iniciais das propostas apresentadas pelos candidatos qualificados são submetidas a negociação com a entidade adjudicante.

Concluídas as negociações são apresentadas pelos candidatos qualificados as versões finais das propostas sendo estas por sua vez avaliadas e selecionadas pelo Júri do procedimento, em conformidade com as regras do concurso.

Da análise das disposições das secções II, III, IV e V do capítulo IV o procedimento por negociação segue as regras do concurso limitado por prévia qualificação e do ajuste direto com fase de negociações.

### **3.2.6 Diálogo concorrencial**

Em conformidade com o artigo 204.º secção I, o procedimento por diálogo concorrencial orienta-se pelas disposições que regulam o concurso limitado por prévia qualificação com as devidas adaptações previstas nas secções I, II, III e IV o capítulo V do Título III da Parte II do CCP.

No procedimento de diálogo concorrencial a entidade adjudicante não pode valer-se de um leilão eletrónico nem adotar uma fase de negociações.

No diagrama da Figura 8 do Anexo III expõem-se a tramitação procedimental a adotar na elaboração de procedimentos por diálogo concorrencial, prevista no CCP.

Observando o disposto no artigo 205.º o procedimento por negociação possui três fases, a fase da apresentação das candidaturas e da qualificação dos candidatos, a fase da apresentação das soluções e de diálogo com os candidatos qualificados, a fase da apresentação e análise das propostas e adjudicação.

De acordo com o DL 18/2008 de 29 de janeiro de 2008 o diálogo concorrencial assim como os leilões eletrónicos, os acordos quadro, as centrais de compras e os sistemas de aquisição dinâmicos, constituem as mais recentes inovações introduzidas pelas diretivas comunitárias no assunto da contratação pública.

O procedimento diálogo concorrencial pode ser escolhido quando o contrato a realizar independentemente do seu objeto, seja distintamente complexo impedindo a adoção do concurso público ou do concurso público limitado por prévia qualificação.

Para este efeito são considerados complexos os contratos em relação aos quais é impossível definir previamente a solução técnica mais adequada para a concretização das necessidades da entidade adjudicante, ou definir os meios técnicos competentes para a concretização da solução definida pela entidade adjudicante, ou definir a disposição jurídica ou financeira própria do contrato a formalizar.

#### **4. ACOMPANHAMENTO DO ESTUDO E ELABORAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS CONCURSAIS DE OBRAS PÚBLICAS**

##### **4.1 Perspetiva da entidade executante como candidato e ou concorrente do procedimento concursal**

Observando o especificado no artigo 52.º do Capítulo IV, Título I, Parte II do Código dos Contratos Públicos, candidato é definido da seguinte forma:

- *“É candidato a entidade, pessoa singular ou coletiva, que participa na fase de qualificação de um concurso limitado por prévia qualificação, de um procedimento de negociação ou de um diálogo concorrencial, mediante a apresentação de uma candidatura.”*

No artigo 53.º do Capítulo IV, Título I, Parte II do Código dos Contratos Públicos está definido concorrente do seguinte modo:

- *“É concorrente a entidade, pessoa singular ou coletiva, que participa em qualquer procedimento de formação de um contrato mediante a apresentação de uma proposta”.*

No artigo 55.º do Capítulo IV, Título I, Parte II do Código dos Contratos Públicos são referidos os impedimentos da entidade a candidato e a concorrente. Anota-se que as alíneas a) e g) foram alteradas pelo artigo 1.º do DL 278/2009 de 2 de outubro e as alíneas f) e j) foram alteradas pelo artigo 2.º do DL 149/2012 de 12 de julho.

Nesta perspetiva enquadram-se as entidades executantes, designadas por empreiteiros de obras públicas com capacidade técnica e financeira, competência e habilitação legais para concorrer a procedimentos concursais, por ajuste direto e ou a outros tipos de procedimentos publicados no *Diário da República* e ou no *Jornal Oficial da União Europeia*.

Segundo A. Correia dos Reis, no livro “Organização e Gestão de Obras – 5ª edição” os *interesses* por parte do empreiteiro como concorrente de procedimentos concursais são os seguintes:

- *“Ganhar o concurso;*

- *Conhecer com rigor os critérios da adjudicação;*
- *Utilizar as deficiências do projeto do concurso como vantagem competitiva;*
- *Garantia de pagamento por parte do dono de obra;*
- *Recuperar em obra o que se limitou na proposta”.*

Durante a elaboração de uma proposta referente a um procedimento concursal de obras públicas o concorrente do procedimento tem como propósito primordial obter a melhor pontuação de modo poder alcançar a adjudicação da empreitada posta a concurso e a consequente formação do contrato, de acordo com as disposições do CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro.

Para atingir este objetivo o concorrente do procedimento na fase de elaboração da proposta terá que conhecer com rigor as regras essenciais relativas à metodologia de avaliação de propostas e conhecer com exatidão os fatores que compõem o critério de adjudicação uma vez que constituem o fundamento de qualquer programa de procedimento da contratação pública.

#### **4.1.1 Organograma da equipa de elaboração dos procedimentos concursais**

A empresa portuguesa Alves Ribeiro foi fundada em novembro de 1941 por Artur Fernandes Alves Ribeiro, lançou-se na construção civil e obras públicas, especialmente em vias de comunicação e aeródromos. Ao longo de mais de 70 anos a empresa tem estado presente em vários empreendimentos trabalhando isoladamente quer em associação com outras empresas nacionais e estrangeiras na construção e obras públicas, tanto na especialidade de estradas, aeródromos e urbanizações, como no ramo de edifícios.

A internacionalização da empresa iniciou-se em 2006 com a constituição de uma empresa de construção em Angola. No ano de 2012 a empresa ganhou o seu primeiro concurso de obra pública de infraestruturas no Brasil.

O organograma principal da empresa é constituído pela Administração, pela Comissão Executiva, pela Comissão de Segurança e pelos Departamentos seguintes:

- Departamento de Qualidade e Ambiente;
- Departamento de Segurança;
- Departamento de Construção Civil;
- Departamento de Infraestruturas;
- Departamento de Empreitadas Imobiliárias;
- Departamento Técnico;
- Departamento Jurídico;
- Departamento Administrativo/Financeiro;
- Departamento de Recursos Humanos;
- Departamento de Informática;
- Departamento de Estaleiros;
- Departamento de Equipamento;
- Departamento de Produção de Agregados;
- Departamento de Produção de Betão de Ligante Hidráulico e de Betão Betuminoso;
- Departamento de Laboratório.

Por sua vez alguns dos departamentos são constituídos por um ou mais setores sendo estes constituídos por equipas de trabalho.

Para dar resposta aos procedimentos concursais disponibilizados pelas entidades adjudicantes e dentro destes os escolhidos para concorrer, a empresa dispõe de uma estrutura organizacional própria que efetua a pesquisa o estudo a orçamentação e a elaboração de propostas para concorrer a procedimentos concursais públicos, particulares, nacionais e estrangeiros.

Os estudos e orçamentos de obras são da responsabilidade dos Departamentos de Construção Civil e de Infraestruturas, cada departamento é constituído pelos Setores de Estudos e Orçamentos de Construção Civil e de Estudos e Orçamentos de Infraestruturas e pelos respetivos Setores de Produção.

Na Figura 9 do ANEXO IV apresenta-se o organograma referente à parte da estrutura da empresa que procede ao desenvolvimento do processo de estudo e orçamento de obras e de elaboração das propostas. No organograma as denominações: SEO – CC ou Infr significam respetivamente – Setor de Estudos e Orçamentos de Construção Civil e Setor de Estudos e Orçamentos de Infraestruturas.

#### **4.1.2 Fluxogramas do processo de estudo, orçamento e elaboração de propostas de procedimentos concursais**

No ponto anterior apresentou-se a composição da estrutura da empresa destacando-se a parte que procede ao desenvolvimento do processo de estudo e orçamento de obras e de elaboração das propostas.

Neste ponto é abordado o modo de funcionamento da estrutura responsável pelo estudo e orçamentação de obras e elaboração de propostas. Desta forma a atividade de estudo e orçamento e de elaboração de propostas está programada de acordo com as normas internas da empresa designadamente o Procedimento Específico de Estudos e Orçamentos.

O procedimento interno acima referido tem como assunto e objetivos a determinação da metodologia de controlo a ter em conta na fase de estudo e orçamento e elaboração de propostas, assim como a transferência de processos dos procedimentos adjudicados à empresa para o Setor de Produção.

Nos fluxogramas referenciados a seguir está definido o modo de proceder para o desenvolvimento de processos de estudos e orçamento e elaboração de propostas. Os fluxogramas que constam em anexo foram elaborados com base no Procedimento Específico de Estudos e Orçamentos – PE.AR.002.03 da Alves Ribeiro, S.A.

Na Figura 10 do ANEXO IV apresenta-se o fluxograma relativo ao procedimento específico para a escolha dos procedimentos a concorrer utilizado no Setor de Estudos e



Orçamentos da Alves Ribeiro. No fluxograma as designações: Resp. Dep.CC ou Infr significam respetivamente Responsável pelo Departamento de Construção Civil e Responsável pelo Departamento de Infraestruturas; Resp. SEO significa Responsável pelo Setor de Estudos e Orçamentos; Dep. Técnico significa Departamento Técnico.

Na Figura 11 do ANEXO IV é apresentado o fluxograma relativo ao procedimento específico para a conceção e desenvolvimento de obras utilizado no Setor de Estudos e Orçamentos da Alves Ribeiro. No fluxograma as designações: Resp. SEO significa Responsável pelo Setor de Estudos e Orçamentos; PG.AR.005 representa um processo/atividade predefinido; AR significa Alves Ribeiro.

Na Figura 12 do ANEXO IV apresenta-se o fluxograma relativo ao procedimento específico para a elaboração da proposta utilizado no Setor de Estudos e Orçamentos da Alves Ribeiro. No fluxograma as designações: Resp. SEO significa Responsável pelo Setor de Estudos e Orçamentos; Resp. Doc. Técnica/Planeamento Responsável pela Documentação Técnica/Planeamento; Dep. Técnico significa Departamento Técnico.

#### **4.1.3 Caso estudo sobre o procedimento de uma empreitada de obra pública**

O caso estudo é analisado com base na metodologia utilizada no Setor de Estudo e Orçamentos da empresa, na legislação em vigor sobre a matéria nomeadamente o DL 18/2008 de 29 de janeiro e suas alterações até ao DL 149/2012 de 12 de julho, e no trabalho desenvolvido sobre o tema para a elaboração deste relatório.

Para o caso estudo foi escolhido um procedimento referente a um concurso público uma vez que este tipo de procedimento é dos que surge com maior frequência na contratação pública como se pode verificar pela atividade do setor de estudos e orçamentos da empresa apresentada no gráfico da Figura 13 do ANEXO IV e ou através da observação dos relatórios elaborados pelo Observatório de Obras Públicas (OOP) disponibilizados para consulta pública, sobre esta temática.

Nesta parte do relatório apresenta-se o caso estudo respeitante a um procedimento de empreitada de obra pública, em que a entidade adjudicante é uma sociedade anónima de capitais exclusivamente públicos, e neste sentido enumeram-se os pontos analisados do procedimento:

- Anúncio do procedimento

O procedimento foi publicitado no Diário da República série II Parte L, trata-se de um anúncio de um concurso público. Constata-se que a entidade adjudicante publicitou o anúncio de acordo com o artigo 130.º n.º1 do CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro com o modelo de anúncio do concurso público apresentado no Anexo I da Portaria n.º 701-A/2008 de 29 de julho. Este modelo de anúncio prevê a possibilidade de preenchimento 18 campos onde se poderá incluir a informação sobre o anúncio do procedimento.

Da análise do anúncio publicitado verifica-se que a entidade adjudicante dos 18 campos previstos no modelo de anúncio não incluiu no anúncio publicitado os campos 5 – “Divisão em lotes, se for o caso”; 8 – “Documentos de habilitação”.

Em relação aos outros campos que constituem o anúncio publicado salientam-se os seguintes campos:

- 2 - Objeto do contrato: “Empreitada de Construção dos Armazéns nos Lotes 10 e 11 do Pólo da Plataforma Logística de Leixões”, o valor do preço base do procedimento 11.500.000,00 €
- 7 - Prazo de execução do contrato: 14 meses contados de acordo com o artigo 362.º n.º1 do CCP;
- 9 - Acesso às peças do concurso e apresentação das propostas: A plataforma eletrónica utilizada pela entidade executante é VORTALGOV, o preço a pagar pelo fornecimento das peças de concurso é 400 € (+ IVA);
- 10 – Prazo para apresentação das propostas: Até às 19:00 do 60º dia a contar da data de envio do anúncio publicitado;
- 11 – Prazo durante o qual os concorrentes são obrigados a manter as respetivas propostas: 75 dias a contar do termo do prazo para a apresentação das propostas,
- 12 – Critério de adjudicação: Proposta economicamente mais vantajosa, para fatores e subfatores e coeficientes de ponderação consultar o programa de procedimento do concurso público;

- 16 – O procedimento a que este anúncio diz respeito também é publicitado no *Jornal oficial da União Europeia*? Sim;
  - 17 – Outras informações: Informação sobre os trâmites a seguir para a utilização da plataforma eletrónica VORTALGOV da empresa VORTAL, Comércio Eletrónico, Consultoria e Multimédia, SA.
- Programa do procedimento de concurso público

Em conformidade com o artigo 40.º do CCP o programa de procedimento constitui uma das peças para a formação de contratos e de acordo com o artigo 41.º do CCP o programa de procedimento “*é o regulamento que define os termos a que obedece a fase de formação do contrato*”

O programa do procedimento em estudo é constituído pelos seguintes pontos:

- 1) Identificação do procedimento – Procedimento de concurso público n.º..., para adjudicação da “ Empreitada...;
- 2) Identificação da entidade adjudicante – Designação da entidade adjudicante;
- 3) Órgão que tomou a decisão de contratar - Conselho de Administração da entidade adjudicante;
- 4) Órgão competente para prestar esclarecimentos - Presidente do Júri do procedimento, os pedidos devem ser efetuados através da Plataforma Eletrónica de Contratação VortaGOV;
- 5) Agrupamentos - Podem concorrer agrupamentos de pessoas singulares ou coletivas;
- 6) Consulta e fornecimento das peças do procedimento - As peças do procedimento encontram-se patentes para consulta na Secção de Apoio da Direção Administrativa e Contratos da entidade adjudicante, cuja morada está indicada no ponto 2) do programa de procedimento, ou por via eletrónica através da plataforma VortalGOV mediante pagamento prévio;

- 7) Documentos da proposta;
- 8) Propostas variantes – Segundo o programa de procedimento não é admitida a apresentação de propostas variantes;
- 9) Prazo para apresentação das propostas – As propostas terão que ser submetidas pelos concorrentes ou pelos seus representantes, exclusivamente na Plataforma Eletrónica de Contratação referida no ponto 4) do programa de procedimento, até às ... horas do sexagésimo dia após a publicação do anúncio em Diário da República;
- 10) Modo de apresentação das propostas - Os documentos e anexos que compõem a proposta devem ser apresentados totalmente em suporte digital;
- 11) Ato público - Em conformidade com o estabelecido no artigo 138.º do CCP O Júri no dia imediato ao fim do prazo determinado para a apresentação das propostas procede à publicitação da lista de concorrentes na plataforma eletrónica estabelecida pela entidade adjudicante;
- 12) Prazo para a manutenção das propostas - 75 dias contados da data do fim do prazo determinado para a apresentação das propostas;
- 13) Critério de adjudicação - É feita ao concorrente com a proposta economicamente mais vantajosa tendo em consideração os fatores e subfatores elementares e respetivos coeficientes de ponderação). Neste caso a Pontuação global ( $P_g$ ) é obtida através da seguinte expressão matemática:  $P_g = 0,50 * P_{preço} + 0.30 * P_{prazo} + 0.20 * P_{execução}$ , em que  $P_{preço}$  é pontuação parcial atribuída no fator “Condições mais vantajosas de preço”,  $P_{prazo}$  é pontuação parcial atribuída no fator “Condições mais vantajosas de prazo”,  $P_{execução}$  é pontuação parcial atribuída no fator “Garantia de boa execução da obra”, por sua vez os valor das parcelas  $P_{preço}$ ,  $P_{prazo}$ ,  $P_{execução}$  são calculadas através de expressões matemáticas definidas no ponto 13) do programa de procedimento;
- 14) Caução - De acordo com o artigo 88.º do CCP;

- 15) Valor da caução - De acordo com o artigo 77.º n.º2;
- 16) Documentos de habilitação solicitados no programa de procedimento:
- a) Declaração emitida de acordo com o modelo definido no anexo II ao Código dos Contratos Públicos;
  - b) Documentos comprovativos de que não se encontra nas situações previstas no artigo 55.º alíneas b), d), e) e i) do CCP;
  - c) Alvará emitido pelo Instituto da Construção e do Imobiliário, I.P. com as habilitações definidas no programa de procedimento;
  - d) Certificado de habilitações do diretor de obra que prove ter a qualificação mínima de licenciatura em engenharia civil e experiência profissional de pelo menos 5 (cinco) anos incluindo execução de obras de reparação e reforço de estruturas;
- 17) Outros elementos a entregar pelo adjudicatário - Comprovativo da elaboração dos Seguros exigidos nas Condições Gerais do caderno de Encargos;
- 18) Preço base – De acordo com DL 18/2008 de 29 de janeiro, o preço base é a figura que define o preço máximo que a entidade adjudicante está disposta a pagar pela execução de todas as atividades que constituem o objeto do contrato a realizar entre as entidades adjudicante e adjudicatária. O preço base é fixado no caderno de encargos, e corresponde ao valor máximo, do contrato a formalizar permitido na escolha do procedimento, ou ao valor máximo que o órgão competente pode autorizar a despesa inerente à contratação pública a realizar – Conforme o que for mais baixo;
- 19) Preço anormalmente baixo – Em conformidade com o artigo 71.º alínea 1a) do CCP, considera-se que o preço total resultante de uma proposta é anormalmente baixo, quando seja 40% ou mais inferior ao preço base fixado no caderno de encargos. De acordo com o artigo 71.º n.º 3 do CCP nenhuma proposta concorrente pode ser excluída com fundamento no facto de nela constar um preço total anormalmente baixo, sem que o júri do procedimento examine a nota justificativa apresentada pelo concorrente

com os esclarecimentos relevantes para este efeito. A análise deverá ser realizada pelo júri do procedimento à luz do estabelecido no artigo 71º n.º 4 do CCP;

20) Prazo máximo - O prazo máximo total de execução está definido no programa de procedimento do concurso público, e é contado a partir da data da consignação. De acordo com o artigo 70.º n.º 2b) é excluído a proposta que apresente um prazo total superior ao definido no caderno de encargos;

21) Encargos – Os encargos com os emolumentos do Tribunal de Contas, se existirem, são da responsabilidade do adjudicatário, conforme estabelecido no programa de procedimento;

22) Anexos:

- “Anexo I: Lista de quantidades de trabalho e de preços unitários”;
- “Anexo II: Lista de preços horários de mão de obra e equipamentos”;
- “Anexo III: Modelo de guia de depósito”;
- “Anexo IV: Modelo de garantia bancária”;
- “Anexo V: Modelo de seguro caução”.

Da análise do programa de procedimento constata-se que a entidade adjudicante elaborou o procedimento de concurso público tendo em consideração as disposições do CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro.

- Esclarecimentos

O ponto 4 do programa de procedimento do concurso público identifica o órgão competente para prestar os esclarecimentos necessários à boa compreensão e interpretação das peças do procedimento. Os pedidos de esclarecimentos devem ser dirigidos ao Presidente do Júri do Procedimento através da Plataforma Eletrónica de Contratação VortalGOV na ferramenta mensagens, deverá ser colocado no pedido a identificação do procedimento de concurso público.

De acordo com o artigo 50.º do CCP, os esclarecimentos das peças do procedimento devem ser solicitados pelos interessados por escrito, no primeiro terço do prazo determinado para a apresentação das propostas.

Durante o prazo previsto para esta fase foram solicitados onze pedidos de esclarecimentos pelos concorrentes interessados através da plataforma eletrónica utilizada para este processo de contratação do concurso público.

- Erros e Omissões

Considera-se “ERRO” a quantificação imprecisa no projeto ou no mapa de medição das quantidades de trabalho a realizar.

Considera-se “OMISSÃO” a não consideração de um trabalho indispensável à execução da empreitada que não está incluído no mapa de medição das quantidades de trabalho previstas efetuar.

No procedimento em estudo as disposições relativas aos erros e omissões do projeto e de outros documentos estão retratados no Caderno de Encargos – Clausulas Gerais, clausula 22.º.

As rubricas erros e omissões devem ser tratadas com rigor pelas partes envolvidas no procedimento de modo a prevenir despesas adicionais para os intervenientes. A abordagem a este assunto deve ser feita em conformidade com o Caderno de Encargos e com o artigo 61.º do CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro em conjunto com as modificações efetuadas pelo DL 149/2012 de 12 de julho, que procedeu à sétima alteração do CCP.

Atendendo ao disposto na alteração ao artigo 61.º do CCP os concorrentes interessados devem apresentar ao órgão competente para a decisão de contratar até ao termo do quinto sexto do prazo fixado para a apresentação das propostas uma lista na qual identifiquem expressa e inequivocamente os erros e omissões do caderno de encargos detetados e que digam respeito ao descrito nas alíneas deste artigo do Código dos Contratos Públicos.

A apresentação da lista de erros e omissões por qualquer concorrente suspende o prazo estabelecido para a apresentação das propostas desde o fim do quinto sexto do prazo até à publicação da decisão prevista na alteração ao artigo 61.º n.º

5 do DL 149/2012 de 12 de julho. A suspensão pode ser mantida pelo órgão competente da decisão de contratar por um período único de no máximo mais 60 dias contínuos, o qual não pode ser sujeito a prorrogação.

Até ao fim do prazo determinado para a apresentação das propostas como previsto no artigo 61.º n.º 4, o órgão competente da decisão de contratar deve pronunciar-se sobre os erros e as omissões apresentados pelos concorrentes interessados considerando-se rejeitados todos os erros e omissões que não sejam explicitamente aceites pelo órgão competente da decisão de contratar.

O órgão competente da decisão de contratar deve organizar o suprimento de cada um dos erros ou das omissões aceites, por ele, tendo em consideração as disposições da alteração ao artigo 61.º do CCP.

As listas com os erros e omissões detetados pelos concorrentes interessados assim como as decisões previstas na alteração do artigo 61.º n.ºs 4 a 6 são publicitadas na plataforma eletrónica usada para o procedimento. Estas listas devem ser juntas às peças do procedimento disponibilizadas para consulta do processo de concurso público devendo todos os concorrentes que tenham adquirido as peças do procedimento serem logo notificados da publicitação das listas de erros e omissões apresentados por todos os interessados no concurso público.

Para este procedimento de concurso público verificou-se que durante o prazo legal previsto para esta fase apresentaram a respetiva lista de erros e omissões dezassete concorrentes interessados, através da plataforma eletrónica utilizada para este processo de contratação do concurso público.

Com a entrega da lista de erros e omissões o prazo para apresentação das propostas foi suspenso até à publicitação da decisão do órgão competente sobre os erros e omissões detetados pelos concorrentes.

Da análise efetuada ao processo de erros e omissões apresentados pelos concorrentes, e da aceitação por parte do órgão competente da decisão de contratar resultaram a revisão de peças desenhadas e um novo “ Mapa de Trabalhos e Quantidades após SUPRIMENTO DE ERROS E OMISSÕES” que foram disponibilizados na plataforma eletrónica para a consulta de todos os



concorrentes interessados. Este mapa constitui a nova base de trabalho para o estudo e orçamento da obra e de elaboração das respetivas propostas de cada um dos concorrentes ao concurso público.

- Proposta

O ponto 7 do programa de procedimento do concurso público estabelece a lista de documentos que devem constituir a proposta.

No artigo 57.º do CCP, alterado na sua alínea 2c) pela terceira alteração ao Código dos Contratos Públicos através do DL 278/2009 de 2 de outubro está contemplada a listagem dos documentos que devem constituir a proposta da entidade interessada no procedimento.

No procedimento em análise a entidade adjudicante determina no programa de procedimento os seguintes documentos:

- “7.1) - *Declaração do concorrente de aceitação do conteúdo do caderno de encargos, elaborada em conformidade com o modelo constante do anexo I ao CCP*”;
- “7.2a) - *Nota justificativa do preço proposto, incluindo documentos que contenham os esclarecimentos justificativos da apresentação de um preço anormalmente baixo, quando for o caso*”;
- “7.2b) - *Lista dos preços unitários de todas as espécies de trabalho previstas no Projeto de Execução, em ficheiro Excel, com o ordenamento do “Mapa de Trabalhos e Quantidades” nele integrado, o qual também se apresenta no Anexo I deste Programa do Concurso Público*”;
- “7.2c) - *Lista de preços horários de mão de obra e equipamentos elaborada de acordo com modelo que se apresenta no Anexo II deste Programa do Concurso Público*”;
- “7.2d) - *Plano de trabalhos que, com respeito pelo prazo, faseamento e metodologia de execução da obra, fixe a sequência e os prazos parciais de execução das espécies de trabalhos mais significativas e especifique os meios com que o empreiteiro se propõe a executá-los*”;

- *“7.2e) - Plano de pagamentos correspondente ao plano de trabalhos”;*
- *“7.2f) - Memória justificativa e descritiva do modo de execução da obra, da gestão da qualidade, da gestão ambiental e da gestão da segurança e saúde no trabalho, com indicação dos processos construtivos a adotar e meios a mobilizar”;*
- *“7.2g) - Declaração, sob compromisso de honra, de que da equipa a afetar ao serviço/empreitada não faz parte qualquer aposentado da CGA ou beneficiário de pensão de reforma da segurança social ou de pensão paga por entidade gestora de fundos de pensões ou planos de pensões de entidades públicas, ao abrigo do disposto no n.º 7 do artigo 78.º do Estatuto da Aposentação e da extensão de regime operada pelo artigo 202.º da Lei n.º 60-B/2011, de 31 de dezembro”;*
- *“7.3) - Integram também a proposta quaisquer outros documentos que o concorrente considere indispensáveis para os efeitos do disposto na alínea 7.2” (corresponde ao disposto no artigo 57.º n.º 1b) do CCP);*
- *“7.4) - Quando a proposta seja apresentada por um agrupamento concorrente, a declaração referida em 7.1 deve ser assinada pelo representante comum dos membros que o integram, caso em que devem ser juntos à declaração os instrumentos de mandato emitidos por cada um dos seus membros ou, não existindo representante comum, deve ser assinada por todos os seus membros ou respetivos representantes”. (a declaração referida em 7.1, corresponde ao disposto no artigo 57.º n.º 1a) do CCP).*

Para todos os concorrentes a fase designada por pré-contratual de elaboração e apresentação da proposta termina quando submetem no prazo estipulado a proposta através da plataforma eletrónica escolhida pela entidade adjudicante para o procedimento. A fase designada por fase contratual será realizada entre a entidade adjudicante e o concorrente vencedor do procedimento de concurso público.

- Avaliação das propostas

De acordo com o artigo 138.º do CCP no dia imediato ao fim do prazo fixado para a apresentação de propostas o Júri do procedimento procede à publicitação da lista de concorrentes na plataforma eletrónica utilizada pela entidade adjudicante.

Nesta fase do procedimento é atribuído um *login* e uma palavra-chave aos concorrentes incluídos na lista sendo-lhes facultada a consulta via plataforma eletrónica de todas as propostas apresentadas.

- Relatório preliminar

Após a análise das propostas e de acordo com o artigo 146.º do CCP, o Júri do procedimento elabora um relatório preliminar tendo em consideração a aplicação do critério de adjudicação que consta no programa de procedimento e propõe a ordenação das propostas concorrentes ao concurso público em função da respetiva pontuação final obtida por cada concorrente.

Na Tabela 16 do ANEXO IV apresenta-se o resultado da avaliação de propostas do procedimento em estudo. Da análise dos resultados do concurso público constata-se que concorreram ao procedimento concursal trinta e quatro empresas de construção civil portuguesas.

O Concorrente 11 foi o vencedor do procedimento com o preço da proposta de 8.060.245,13 € correspondendo a uma diferença de valor em relação á base de - 3.439.754,87 € e a uma diferença percentual em relação base de - 29,91% para um prazo de 300 dias (10 meses). Verifica-se também que o Concorrente 21 com o preço de 11.175.000,00 € ficou classificado em último lugar com uma diferença de valor em relação á base de -325.000,00 € e a uma diferença percentual em relação base de - 2,83%, para um prazo de 306 dias.

Pode-se também verificar na tabela 16 que para o universo dos trinta e quatro concorrentes ao procedimento deste concurso público a média do valor das propostas é de 9.448.810,83 €, correspondendo a uma diferença de valor em relação á base de - 2.051.189,17 €, e a uma diferença percentual em relação base de -17,84% para um prazo médio de 302 dias (10 meses). Desta análise conclui-se que as maiores diferenças

se verificam na composição do valor final do orçamento da proposta e que em termos de prazo para a execução da empreitada a variação é mínima.

- Audiência prévia

Em conformidade com o artigo 147.º do CCP e após a elaboração do relatório preliminar o júri do procedimento realiza a audiência prévia conforme previsto no artigo 123.º n.º 1 que consiste no envio do relatório preliminar a todos os concorrentes para que se pronunciem por escrito num prazo não inferior a cinco dias. Durante a fase de audiência prévia os concorrentes tem acesso às atas, às informações e comunicações escritas de qualquer natureza assim como às versões finais completas das propostas apresentadas.

- Relatório final

Concluída a audiência prévia e em conformidade com o artigo 148.º do CCP o júri elabora o relatório final tendo em consideração os comentários dos concorrentes executados ao abrigo da audiência prévia mantendo ou alterando as conclusões do relatório preliminar podendo também nesta fase proceder a exclusão de qualquer proposta se verificar qualquer das circunstâncias previstas no artigo 146.º n.º2 do CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro.

Segue-se a fase de execução também designada por fase contratual que contempla as etapas de adjudicação e de apresentação dos documentos de habilitação conforme artigo 83.º do CCP, uma vez que o procedimento deste concurso público foi publicado no *JOUE* é necessário proceder ao envio de anúncio de adjudicação ao Serviço de Publicações Oficiais das Comunidades Europeias de acordo com o especificado no artigo 78.º do CCP, aprovado pelo DL18/2008 de 29 de janeiro e com o aditamento introduzido pelo artigo 78.º-A na quinta alteração do Código dos Contratos Públicos através do DL 131/2010 de 14 de dezembro.

#### **4.1.4 Estatísticas sobre os estudos e orçamentos de obras – 2008 a 2012**

No gráfico da Figura 13 do ANEXO IV está representado a distribuição relativa aos estudos, orçamentos e elaboração de propostas efetuados na empresa durante os anos de 2008 a 2012 referentes aos seguintes tipos de procedimentos: ESTRG. – Procedimentos concursais de obras no estrangeiro; PARTC. – Procedimentos concursais de obras de entidades particulares; A.D. – Ajuste direto; C.P. – Concurso público; C.L.P.Q. – Concurso limitado por prévia qualificação; P.N. – Procedimento de Negociação; D.C. – Diálogo Concorrencial.

Constata-se que o valor máximo relativo a procedimentos concursais de obras no estrangeiro é de 399,95 milhões de euros e ocorreu em 2012, e que o valor máximo de procedimentos concursais de obras particulares é de 491,40 milhões de euros e aconteceu em 2010.

No que diz respeito aos procedimentos concursais de obras públicas em Portugal observa-se o seguinte: O valor máximo alcançado no ajuste direto é de 7,77 milhões de euros e sucedeu no ano de 2009; O valor máximo atingido no concurso público é de 353,64 milhões de euros e aconteceu no ano de 2009; O valor máximo obtido no concurso limitado por prévia qualificação é de 189,08 milhões de euros e aconteceu no ano de 2010. Em relação ao procedimento de negociação e ao diálogo concorrencial verifica-se que no período de 2008 a 2012 não foram estudadas e elaboradas propostas para o setor das obras públicas.

No gráfico da Figura 14 do ANEXO IV pode observar-se a distribuição dos valores totais anuais dos estudos e orçamentos e da elaboração de propostas de procedimentos concursais públicos, particulares e estrangeiros. O valor máximo anual alcançado pelo Setor de Estudos e Orçamentos da empresa no período 2008 a 2012 foi de 989,91 milhões de euros produzidos no ano de 2010 sendo 49,6% deste valor obtido em estudos e orçamentos de obras particulares e 50,4% em estudos e orçamentos de obras públicas. Verifica-se ainda que de 2008 a 2010 existiu um crescimento da produção de estudos orçamentos e elaboração de propostas atingindo o máximo em 2010 como foi referido, no intervalo de 2010 a 2012 regista-se uma queda no valor produzido observando-se também uma tendência de crescimento resultante da aposta no mercado estrangeiro a partir do ano 2011.

No gráfico da Figura 15 do ANEXO IV temos os valores totais por procedimento para o lustro em análise, assinalando-se que o valor produzido em estudos, orçamentos e elaboração de propostas de obras do mercado particular é superior ao produzido para o mercado público nacional e para o mercado estrangeiro.

Da análise deste conjunto de informação sobre o estudo e orçamento e elaboração de propostas, salienta-se que no mercado nacional de obras públicas, o procedimento concurso público destaca-se em relação aos outros tipos de procedimentos previstos no CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro, para a contratação pública.

#### **4.2 Perspetiva da entidade adjudicante na elaboração dos procedimentos de contratação de obras públicas**

No caso estudo apresentado anteriormente foi feita a abordagem de alguns dos elementos principais a ter em consideração aquando da elaboração dos procedimentos para a contratação pública, por parte das entidades adjudicantes do setor público.

Nesta ótica o artigo 2.º do CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro para efeitos da matéria aplicável à contratação pública enumera as seguintes entidades adjudicantes:

- a) “*O Estado*”;
- b) “*As Regiões Autónomas*”;
- c) “*As autarquias locais*”;
- d) “*Os institutos públicos*”;
- e) “*As fundações públicas (alínea alterada pelo DL 149/2012 de 12 de julho)*”;
- f) “*As associações públicas*”;
- g) “*As associações de que façam parte uma ou várias das pessoas coletivas referidas nas alíneas anteriores, desde que sejam maioritariamente financiadas por estas*”.

Além das entidades acima referidas o artigo 2.º menciona outras que também podem ter o estatuto de entidade adjudicante pública.

No livro “Organização e Gestão de Obras – 5ª edição”, A. Correia dos Reis refere que os *interesses do dono de obra*, designado também por entidade adjudicante, com a elaboração dos procedimentos concursais são os seguintes:

- “*Seleção das empresas, com garantia*”;
- “*Rapidez nos procedimentos*”;
- “*Negociação das propostas*”;
- “*Transferência para o empreiteiro das responsabilidades resultantes das deficiências dos projetos*”;
- “*A melhor qualidade pelo menor preço*”.

De acordo com o Código dos Contratos Públicos a entidade adjudicante deve definir com rigor no programa de procedimento as regras essenciais em relação à metodologia de avaliação das propostas assim como os fatores que formam o critério de adjudicação uma vez que são elementos fundamentais para se evidenciar a proposta economicamente mais vantajosa para a concretização do objeto do contrato a celebrar com o concorrente melhor classificado na fase pré-contratual à luz do CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro.

Seguidamente expõe-se a representação dos conteúdos normativos relativos à contratação pública para a elaboração de procedimentos concursais de empreitadas de obras pública das fases pré-contratual e contratual a ter em conta pelas entidades adjudicantes.

Neste ponto são retratados os Títulos I, II, e IV na parte que se refere ao procedimento de concurso. O Título III foi desenvolvido na alínea 3.2.1. do ponto 3.2.

Apresentam-se a seguir alguns diagramas referentes aos conteúdos normativos da contratação pública – Parte II do CCP:

- Na Figura 16 do ANEXO IV apresenta-se o diagrama referente às matérias reguladas sobre a contratação pública na Parte II do CCP.

- Na Figura 17 do ANEXO IV mostra-se o diagrama referente a tipos e escolha de procedimentos de acordo com a Parte II do CCP.
- Na Figura 18 do ANEXO IV expõem-se o diagrama referente à fase de formação do contrato de em conformidade com a Parte II do CCP.

#### **4.2.1 Fluxogramas dos procedimentos concursais de acordo com o CCP.**

Neste ponto retratam-se os fluxogramas dos procedimentos sustentados no CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro, tendo os mesmos sido elaborados com base nos fluxogramas disponíveis na ATAM – Associação dos Trabalhadores da Administração Local. Estes fluxogramas servem para representar graficamente o procedimento, e permitem o estudo detalhado do processo de elaboração de procedimentos concursais, tendo em consideração a legislação em vigor.

Nas figuras seguintes apresentam-se os fluxogramas de procedimentos previstos no CCP para a contratação pública, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro:

- Fluxograma de procedimento: Ajuste direto – Regime normal ver Figura 19 do ANEXO IV;
- Fluxograma de procedimento: Ajuste direto – Regime simplificado ver Figura 20 do ANEXO IV;
- Fluxograma de procedimento: Concurso público ver Figura 21 do ANEXO IV;
- Fluxograma de procedimento: Concurso público urgente – Regime especial ver Figura 22 do ANEXO IV;
- Fluxograma de procedimento: Concurso limitado por prévia qualificação – parte 1 ver Figura 23 do ANEXO IV;
- Fluxograma de procedimento: Concurso limitado por prévia qualificação – parte 2 ver Figura 24 do ANEXO IV;
- Fluxograma de procedimento: Procedimento de negociação – parte 1 ver Figura 25 do ANEXO IV;



- Fluxograma de procedimento: Procedimento de negociação – parte 2 ver Figura 26 do ANEXO IV;
- Fluxograma de procedimento: Diálogo concorrencial - parte 1 ver Figura 27 do ANEXO IV;
- Fluxograma de procedimento: Diálogo concorrencial - parte 2 ver Figura 28 do ANEXO IV;
- Fluxograma de procedimento: Concurso de conceção ver Figura 29 do ANEXO IV.

Com a aprovação do DL 18/2008 de 29 de janeiro foram criados diplomas para regular assuntos específicos da contratação pública, como os reportados nas portarias seguintes:

- Portaria n.º 701-A/2008. D.R. n.º 145, Suplemento, Série I de 2008-07-29

Estabelece os modelos de anúncio de procedimentos pré-contratuais previstos nos artigos 130.º n.º1, 157.º n.º1, 167.º n.º1, 197.º n.º1, 208.º n.º1, 224.º n.º1, 242.º n.º1a), 245.º n.º2, 276.º n.º1 do Código dos Contratos Públicos a publicitar no Diário da República;

- Portaria n.º 701-B/2008. D.R. n.º 145, Suplemento, Série I de 2008-07-29

Atendendo ao disposto no artigo 17.º n.º2 do DL 18/2008 de 29 de janeiro é necessário proceder-se à nomeação da comissão de acompanhamento do Código dos Contratos Públicos cujas composição e competência estão definidas nos artigos n.ºs 1.º e 2.º desta portaria;

- Portaria n.º 701-C/2008. D.R. n.º 145, Suplemento, Série I de 2008-07-29

De acordo com o artigo 2.º do DL 18/2008 de 29 de janeiro, o Governo por portaria publicita os valores atualizados dos limiares comunitários no âmbito dos contratos públicos, nomeadamente para os contratos de fornecimento, de serviços e de empreitada de obras.

Estes valores constam no artigo único da portaria n.º 701-C/2008 de 29 de julho;

- Portaria n.º 701-D/2008. D.R. n.º 145, Suplemento, Série I de 2008-07-29

O artigo 472.º da Parte V do CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro para efeitos do cumprimento das obrigações previstas nas diretivas comunitárias estabelece que a Agência Nacional de Compras Públicas, E. P. E., ou ao Instituto da Construção e do Imobiliário, I. P. conforme o caso, procedam respetivamente à elaboração de relatório estatístico relativos à contratação pública. Estes relatórios terão que ser remetidos à Comissão Europeia até 31 de outubro de cada ano.

A Portaria n.º 701-D/2008 aprova o modelo de dados estatísticos a enviar pelas entidades adjudicantes à Agência Nacional de Compras Públicas, E. P. E., ou ao Instituto da Construção e do Imobiliário, I.P. consoante o caso, para cumprimento do estabelecido no artigo 472.º do CCP.

Anota-se que o artigo 472.º do CCP foi alterado pelo Decreto – Lei n.º 131/2010 de 14 de dezembro;

- Portaria n.º 701-E/2008. D.R. n.º 145, Suplemento, Série I de 2008-07-29

O CCP estabelece no artigo 108.º n.º2 o modelo de relatório a enviar pela entidade adjudicante ao InCI, I.P., no artigo 402.º n.º 3 o modelo de relatório final de obra a enviar pela entidade adjudicante ao InCI, I.P., no artigo 465.º a obrigação de comunicar através do portal da Internet dedicado aos contratos públicos, os elementos referentes à formação e execução desses contratos.

A Portaria n.º 701-E/2008 aprova os modelos do bloco técnico de dados do relatório de formação do contrato, do relatório sumário anual e do relatório de execução do contrato, ao abrigo do CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro. Nos anexos I, II, III, IV e V desta portaria encontra-se o bloco técnico de dados, acima referido

Anota-se que o artigo 465.º do CCP foi alterado pelo Decreto – Lei n.º 149/2012 de 12 de julho;

- Portaria n.º 701-F/2008. D.R. n.º 145, Suplemento, Série I de 2008-07-29

Está previsto no artigo 4.º n.º 1 do DL 18/2008 de 29 janeiro a constituição de um portal único dedicado à contratação pública denominado por Portal dos Contratos Públicos.

Sendo este portal uma peça fundamental da estratégia delimitada no CCP, a Portaria n.º 701-F/2008 regula a constituição, o funcionamento e a gestão do portal único da Internet dedicado aos contratos públicos (Portal dos Contratos Públicos);

- Portaria n.º 701-G/2008. D.R. n.º 145, Suplemento, Série I de 2008-07-29

Ao abrigo do artigo 4.º n.ºs 2 e 3 do DL 18/2008 de 29 de janeiro, o uso das plataformas eletrónicas por parte das entidades adjudicantes deverão cumprir as exigências definidas nesta portaria.

A Portaria n.º 701-G/2008 explica os requisitos e as condições a que devem estar sujeitos o uso de plataformas eletrónicas pelas entidades adjudicantes no período de formação dos contratos públicos e estabelece também as regras de funcionamento destas plataformas eletrónicas.

- Portaria n.º 701-H/2008. D.R. n.º 145, Suplemento, Série I de 2008-07-29

De acordo com o artigo 43.º n.º 7.º do CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro, o conteúdo obrigatório dos elementos da solução da obra é fixado nesta portaria.

O caderno de encargos deve possuir na sua constituição o programa e o projeto de execução da obra a realizar.

A Portaria n.º 701-H/2008 aprova o teor obrigatório do programa e do projeto de execução assim como os procedimentos e regras a adotar na elaboração e faseamento de projetos de obras públicas.

No anexo I desta portaria pode-se encontrar as instruções para a elaboração de projetos de obras. No anexo II está exposta a classificação das obras por categorias segundo a maior ou menor dificuldade da conceção e o grau de complexidade do projeto conforme o artigo 1.º n.º 2 da portaria e o artigo 11.º n.º1 do anexo I.

- Portaria n.º 701-I/2008. D.R. n.º 145, Suplemento, Série I de 2008-07-29

O artigo 466.º n.º1 do CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro estabelece a criação do Observatório das Obras Públicas com o intuito de monitorizar a fase de formação dos contratos de empreitada e de concessão de obras públicas, a fase de execução dos contratos de empreitada de obras públicas e monitorizar as empreitadas de obras públicas integradas em concessões. Em suma a Portaria n.º 701-I/2008 compõe e define as regras de funcionamento do sistema de informação designado por Observatório das Obras Públicas.

- Portaria n.º 701-J/2008. D.R. n.º 145, Suplemento, Série I de 2008-07-29

Nos termos do artigo 42.º n.º7 do CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 janeiro, a Portaria n.º 701-J/2008 define o regime de acompanhamento e fiscalização da execução dos projetos de investigação e desenvolvimento relacionados com as prestações que constituem o objeto dos contratos públicos de valor igual ou superior a 25.000.000 € e cria a respetiva comissão de acompanhamento e fiscalização.

Anota-se que a alínea n.º 7 do artigo 42.º do CCP foi revogada pelo Decreto – Lei n.º 149/2012 de 12 de julho.

#### **4.2.2 Estatísticas sobre procedimentos concursais da contratação pública**

O DL 18/2008 de 29 de janeiro no artigo 466.º da Parte V do CCP prevê como uma das principais linhas de rumo a seguir na contratação pública a existência de um sistema de informação designado por Observatório das Obras Públicas (OOP), o qual foi criado através da Portaria n.º 701-I/2008 de 29 de julho.

O Observatório das Obras Públicas tem como função a monitorização dos aspetos mais relevantes da contratação pública com incidência no âmbito das empreitadas de obras públicas competindo-lhe recolher, organizar, tratar e divulgar informação nas áreas das empreitadas de obras públicas, das concessões de obras públicas e de contratos de aquisição de serviços relacionados com obras públicas.

Este sistema de informação é uma ferramenta essencial de trabalho para as entidades que desenvolvem estudos e necessitem de dados estatísticos diversos no âmbito do mercado das obras públicas.

Nos relatórios disponibilizados pelo Observatório das Obras Públicas pode-se consultar várias estatísticas sobre a contratação pública.



## **5. CASO PRÁTICO - ESTUDO ECONÓMICO DE ESTRUTURAS DE SUPORTE FLEXÍVEIS, NO ÂMBITO DA ELABORAÇÃO DE PROPOSTA, NUMA EMPREITADA DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

### **5.1 Estudo da cortina de estacas-pranchas metálicas em consola – Dimensionamento**

Para o dimensionamento da cortina em consola também designada por autoportante é utilizada a metodologia contemplada no EC7 que em termos práticos traduz-se no aumento das pressões ativas e diminuição das pressões passivas como se pode observar no diagrama da Figura 30 do ANEXO V. No processo de cálculo utilizou-se um método clássico – método da cortina em consola.

Estando assegurado o equilíbrio da cortina, o dimensionamento da secção da estaca prancha é realizado através do cálculo dos esforços atuantes na secção mais esforçada. Conhecendo o momento fletor máximo e as propriedades do material da estaca, que neste caso é o aço estrutural, pode-se determinar o módulo de flexão da secção transversal.

No dimensionamento da cortina em consola a segurança é verificada através da relação:

$$Ed \leq Rd \quad \text{EC7 § 2.4.7.3.1}$$

$$Ed = E\{\gamma F * F_{rep.}; Xk/\gamma M ; ad\} \quad \text{EC7 § 2.4.7.3.2}$$

$$Rd = R\{\gamma F * F_{rep.}; Xk/\gamma M ; ad\} \quad \text{EC7 § 2.4.7.3.3}$$

As expressões anteriores devem ser determinadas recorrendo a uma das abordagens de cálculo previstas no EC7 sendo que neste estudo irá recorrer-se à Abordagem de Cálculo 1 para a verificação da não ocorrência de um estado limite de rotura ou de deformação excessiva do terreno (GEO) ou da estrutura (STR). Para esta verificação recorre-se a duas combinações de conjuntos de coeficientes parciais:

Combinação 1: A1 “+” M1 “+” R1 EC7 § 2.4.7.3.4.2

Combinação 2: A2 “+” M2 “+” R1

No âmbito da elaboração de proposta de um procedimento concursal, este estudo tem por base a informação recolhida nos elementos de concurso nomeadamente no relatório

geotécnico realizado para o reconhecimento do terreno de implantação da infraestrutura de betão armado, a qual está integrada num sistema de transporte de águas residuais implantada a uma profundidade de 5.50 m em relação à superfície do terreno, conforme Figura 32 do ANEXO V.

De acordo com a sondagem geotécnica efetuada no local designada por sondagem S2 onde foram realizados ensaios de penetração dinâmica SPT, constata-se que os estratos atravessados são de solos predominantemente arenosos. Tendo por base os valores líquidos dos  $N_{SPT}$  apurados “in situ”, recorreu-se às correlações da especialidade mecânica dos solos – Geotecnia de Fundações do Prof. Márcio Marangon para a obtenção dos parâmetros efetivos das propriedades dos solos que serviram para o dimensionamento da cortina.

As correlações acima citadas são empíricas pelo que seu uso é limitado a estudos preliminares. No quadro seguinte apresentam-se as correlações empíricas - Prof. Márcio Marangon utilizadas para a avaliação dos parâmetros de resistência e de deformabilidade em função do SPT:

Quadro: Avaliação dos parâmetros de resistência e de deformabilidade em função do SPT - Prof. Márcio Marangon

(correlações empíricas – uso limitado a estudos preliminares).

Solos	Nº de Golpes N (SPT)	Índice de Consistência (IC)	Coesão não Drenada $S_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
ARGILAS			
Muito mole	≤ 2	$\gamma^0$	< 0,1
Mole	2 - 4	0 - 0,25	0,1 - 0,25
Média	4 - 8	0,25 - 0,5	0,25 - 0,5
Rija	8 - 15	0,5 - 0,75	0,5 - 1,0
Muito rija	15 - 30	0,75 - 1,0	1,0 - 2,0
Dura	≥ 30	> 1,0	> 2,0
AREIAS		Grau de Compacidade (GC)	Ângulo de Atrito ( $\phi$ )
Muito fofa	< 4	0	< 0,1
Fofa	4 - 10	0 - 0,25	0,1 - 0,25
Média	10 - 30	0,25 - 0,5	0,25 - 0,5
Compacta	30 - 50	0,5 - 0,75	0,5 - 1,0
Muito compacta	> 50	0,75 - 1,0	1,0 - 2,0

Arelas e Solos Arenosos					
Compacidade	$\gamma$ ( t/m <sup>3</sup> )	C ( t/m <sup>2</sup> )	$\phi^\circ$	E ( t/m <sup>2</sup> )	$\nu$
Fofa	1,6	0	25 - 30	100 - 500	0,3 a 0,4
Pouco Compacta	1,8	0	30 - 35	500 - 1400	
Medianamente Compacta	1,9	0	35 - 40	1400 - 4000	
Compacta	2,0	0	40 - 45	4000 - 7000	
Muito Compacta	> 2,0	0	> 45	> 7000	

Sendo:  $\gamma$ = Peso específico do solo; C= Coesão;  $\phi^0$ = Ângulo de atrito interno; E= Módulo de elasticidade (não drenado);  $\nu$  = Módulo de Poisson.



A sondagem S2 foi efetuada com 25,5 m de profundidade desenvolvendo-se entre as cotas altimétricas de +3,27 e – 22,23. A primeira camada (Solo 1) tem uma espessura de 4,0 m constituída por solo arenoso pouco compacto cujos valores de  $N_{SPT}$  variam entre 6 e 9 pancadas. A segunda camada (Solo 2) tem uma espessura aproximada de 12,9 m constituída por solo arenoso mediamente compacto com valores de  $N_{SPT}$  a variarem de 12 a 20 pancadas. A terceira camada (Solo 3) tem pelo menos uma espessura de 8,50 m, uma vez que a sondagem parou na cota -22,23, constituída por solo arenoso em que os valores do  $N_{SPT}$  variam entre 25 e as 60 pancadas. O nível freático localiza-se à profundidade de 7,60 m, com carácter permanente.

Na Figura 31 do ANEXO V apresentam – se os resultados obtidos com base na realização de ensaios geotécnicos “in situ” e na avaliação das correlações empíricas referidas anteriormente. A Figura 32 do ANEXO V apresenta a definição geométrica da escavação utilizando a cortina em consola – secção transversal.

Segue-se o desenvolvimento do método da consola para o dimensionamento da cortina em consola ou autoportante.

### Análise através da AC1

A segurança é verificada através da inequação

$$Ed = E\{\gamma F * F_{rep.}; Xk/\gamma M; ad\} \leq Rd = R\{\gamma F * F_{rep.}; Xk/\gamma M; ad\}$$

### Combinação 1: A1 “+” M1 “+” R1

#### 1) Coeficientes de segurança parciais

- Para acções ou para o efeito das acções [EC7 – Anexo A, Quadro A.3]

Coeficientes		
Permanentes (G)	Desfavoráveis	$\gamma_G = 1,35$
	Favoráveis	$\gamma_G = 1,0$
Variáveis (Q)	Desfavoráveis	$\gamma_Q = 1,5$
	Favoráveis	$\gamma_Q = 0$

- Para os parâmetros do solo [EC7 – Anexo A, Quadro A.4]

Coeficientes	
Ângulo de atrito interno em tensões efetivas	$\gamma\phi' = 1,0$
Peso volúmico	$\gamma\gamma = 1,0$

- Para as capacidades resistentes do solo em estruturas de suporte, temos [EC7 – Anexo A, Quadro A.13]

Coeficientes	
Capacidade resistente passiva de terras	$\gamma R_{pe} = 1,0$

## 2) Determinação da variação da altura de escavação

Para as cortinas em consola  $\Delta h = 0,10h$  com o máximo de 0,50 m, sendo  $h$  a altura da cortina acima da base da escavação.

Sendo  $h = 5,50\text{ m}$  temos,

$$\Delta h = \min\{0,10h * 5,50 = 0,55; 0,50\} = 0,50\text{ m} \quad \text{EC7 § 9.3.2.2}$$

## 3) Geometria de cálculo

Sendo  $h_d = h + \Delta h$ , obtemos

$$h_d = 5,50 + 0,50\text{ m} \quad \text{EC7 § 9.3.2.1}$$

$f \rightarrow$  Representa o valor da ficha da cortina, e é a incógnita a determinar.

## 4) Valores de cálculo dos parâmetros dos materiais

$$X_d = X_k / \gamma_M \quad \text{EC7 § 2.4.6.2}$$

Solo 1 - Peso volúmico:  $\gamma_d = \gamma_k / \gamma_\gamma$

$$\gamma_d = \frac{18}{\gamma_\gamma} = 18\text{ kN/m}^3$$

Solo 1 - Ângulo de atrito interno em tensões efetivas:

$$\varphi' d = tg^{-1} \left( \frac{tg(\varphi' k)}{\gamma \varphi'} \right) = tg^{-1}(tg(33^\circ)/\gamma \varphi') = 33^\circ$$

Ângulo de atrito no contacto terreno – estrutura  $\delta$

A superfície da estaca prancha em contacto com o solo é lisa pelo que se considera  $\delta k = 0$

Solo 2 - Peso volúmico:  $\gamma d = \gamma k / \gamma \gamma$

$$\gamma d = \frac{19,2}{\gamma \gamma} = 19,2 \text{ kN/m}^3$$

Solo 2 - Peso volúmico saturado:  $\gamma_{sat, d} = \gamma_{sat, k} / \gamma \gamma$

$$\gamma_{sat, d} = \frac{21,2}{\gamma \gamma} = 21,2 \text{ kN/m}^3$$

Peso volúmico da água:  $\gamma_w = 9,8 \text{ kN/m}^3$

Solo 2 - Ângulo de atrito interno em tensões efetivas:

$$\varphi' d = tg^{-1} \left( \frac{tg(\varphi' k)}{\gamma \varphi'} \right) = tg^{-1}(tg(37^\circ)/\gamma \varphi') = 37^\circ$$

Ângulo de atrito no contacto terreno – estrutura  $\delta$

A superfície da estaca prancha em contacto com o solo é lisa, considera-se  $\delta k = 0$

#### 5) Diagrama de pressões

A determinação dos diagramas de pressões de terras deverá ter em conta as disposições do EC7.

EC7 § 9.5

Solo 1 - Coeficiente de impulso ativo:

$$Ka1, d = \frac{1 - \text{sen}(\varphi' d)}{1 + \text{sen}(\varphi' d)} = \frac{1 - \text{sen}(33^\circ)}{1 + \text{sen}(33^\circ)} = 0,295$$

Solo 1- Coeficiente de impulso passivo:

$$Kp1,d = \frac{1 + \text{sen}(\varphi'd)}{1 - \text{sen}(\varphi'd)} = \frac{1 + \text{sen}(33^0)}{1 - \text{sen}(33^0)} = 3,392$$

Solo 2 - Coeficiente de impulso ativo:

$$Ka2,d = \frac{1 - \text{sen}(\varphi'd)}{1 + \text{sen}(\varphi'd)} = \frac{1 - \text{sen}(37^0)}{1 + \text{sen}(37^0)} = 0,249$$

Solo 2 - Coeficiente de impulso passivo:

$$Kp2,d = \frac{1 + \text{sen}(\varphi'd)}{1 - \text{sen}(\varphi'd)} = \frac{1 + \text{sen}(37^0)}{1 - \text{sen}(37^0)} = 4,022$$

O valor de cálculo das pressões está efetuado na Tabela 17 do ANEXO V, os cálculos das forças e dos respetivos braços em relação á base da cortina constam na Tabela 18 do ANEXO V. O andamento do diagrama de pressões sobre a cortina em consola referente à combinação 1 está representado na Figura 33 do ANEXO V.

6) Valor de cálculo do momento fletor atuante  $Ma,d(f)$

$$Ma,d(f) = F1.B1 + F2.B2 + F3.B3 + F4.B4 + F5.B5 + F6.B6 + F7.B7 + F8.B8 \text{ kN.m/m}$$

$$Ma,d(f) = 2,844f^3 + 10,855f^2 + 136,169f + 253,385 \text{ kN.m/m}$$

7) Valor de cálculo do momento fletor resistente  $Mp,d(f)$

$$Mp,d(f) = F9.B9 + F10.B10 + F11.B11 + F12.B12 \text{ kN.m/m}$$

$$Mp,d(f) = 9,267f^3 - 3,104f^2 - 14,628f + 10,505 \text{ kN.m/m}$$

8) Verificação da segurança em relação ao estado limite último por rutura do terreno

$$Ma,d(f) \leq Mp,d(f)$$

$$2,844f^3 + 10,855f^2 + 136,169f + 253,385 \leq 9,267f^3 - 3,104f^2 - 14,628f + 10,505$$

$$f \geq 6,599 \text{ m}$$

Ficha efetiva  $f_e = f + 0,20 \cdot f$

Sebenta de ESFII - ISEL § 3.2.1

$$f_e = 6,599 + 0,20 \cdot 6,599 = 7,919 \text{ m}$$

9) Secção de esforço transversal nulo na cortina  $V_{ed}(y) = 0$

$$\sum F_H(y) = 0$$

Forças atuantes de cálculo  $F_{a,d}(y)$

$$F_{a,d}(y) = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6 + F_7 + F_8 \text{ kN/m}$$

$$F_{a,d}(y) = 8,54y^2 + 21,70y + 136,17 \text{ kN/m}$$

Forças resistentes de cálculo  $F_{p,d}(y)$

$$F_{p,d}(y) = F_9 + F_{10} + F_{11} + F_{12} \text{ kN/m}$$

$$F_{p,d}(y) = 27,83y^2 - 6,26y - 14,60 \text{ kN/m}$$

Igualando as expressões obtém-se o valor de  $y$ , o qual indica a posição da secção onde o esforço transversal é nulo.

$$F_{a,d}(y) \leq F_{p,d}(y)$$

$$8,54y^2 + 21,70y + 136,17 = 27,83y^2 - 6,26y - 14,60$$

$$y = 3,613 \text{ m}$$

10) Valor de cálculo do momento fletor máximo na cortina  $M_{sd}(y)$

O momento fletor máximo ocorre na secção onde o esforço transversal é nulo. Substituindo  $f$  por  $y$  na equação de equilíbrio de momentos obtém-se a expressão  $M_{sd}(y)$ , por conseguinte substituindo na expressão  $y$  por 3,613 m determina-se o valor do momento fletor máximo na cortina para a combinação em estudo.

$$M_{sd}(y) = -6,423y^3 + 13,959y^2 + 150,797y + 242,880 \text{ kN.m /m}$$

$$M_{sd}(y = 3,613 \text{ m}) = 667 \text{ kN.m /m}$$

### Análise através da AC1

A segurança é verificada através da inequação

$$Ed = E\{\gamma F * Frep.; Xk/\gamma M; ad\} \leq Rd = R\{\gamma F * Frep.; Xk/\gamma M; ad\}$$

### Combinação 2: A2 “+” M2 “+” R1

#### 11) Coeficientes de segurança parciais

- Para acções ou para o efeito das acções [EC7 – Anexo A, Quadro A.3]

Coeficientes		
Permanentes (G)	Desfavoráveis	$\gamma_G = 1,0$
	Favoráveis	$\gamma_G = 1,0$
Variáveis (Q)	Desfavoráveis	$\gamma_Q = 1,3$
	Favoráveis	$\gamma_Q = 0$

- Para os parâmetros do solo [EC7 – Anexo A, Quadro A.4]

Coeficientes	
Ângulo de atrito interno em tensões efetivas	$\gamma_{\phi'} = 1,25$
Peso volúmico	$\gamma_{\gamma} = 1,0$

- Para as capacidades resistentes do solo em estruturas de suporte, temos [EC7 – Anexo A, Quadro A.13]

Coeficientes	
Capacidade resistente passiva de terras	$\gamma_{R;e} = 1,0$

#### 12) Determinação da variação da altura de escavação

Idem à alínea 2).

13) Geometria de cálculo

Idem à alínea 3).

14) Valores de cálculo dos parâmetros dos materiais

$$X_d = X_k / \gamma_M$$

EC7 § 2.4.6.2

Solo 1 - Peso volúmico:  $\gamma_d = \gamma_k / \gamma_\gamma$

$$\gamma_d = \frac{18}{\gamma_\gamma} = 18 \text{ kN} / \text{m}^3$$

Solo 1- Ângulo de atrito interno em tensões efetivas:

$$\varphi'_d = tg^{-1} \left( \frac{tg(\varphi'_k)}{\gamma \varphi'} \right) = tg^{-1}(tg(33^\circ) / \gamma \varphi') = 27,45^\circ$$

Ângulo de atrito no contacto terreno – estrutura  $\delta$

A superfície da estaca prancha em contacto com o solo é lisa, considera-se  $\delta_k = 0$

Solo 2 - Peso volúmico:  $\gamma_d = \gamma_k / \gamma_\gamma$

$$\gamma_d = \frac{19,2}{\gamma_\gamma} = 19,2 \text{ kN} / \text{m}^3$$

Solo 2 - Peso volúmico saturado:  $\gamma_{sat,d} = \gamma_{sat,k} / \gamma_\gamma$

$$\gamma_{sat,d} = \frac{21,2}{\gamma_\gamma} = 21,2 \text{ kN} / \text{m}^3$$

Peso volúmico da água:  $\gamma_w = 9,8 \text{ kN} / \text{m}^3$

Solo 2 - Ângulo de atrito interno em tensões efetivas:

$$\varphi'_d = tg^{-1} \left( \frac{tg(\varphi'_k)}{\gamma \varphi'} \right) = tg^{-1}(tg(37^\circ) / \gamma \varphi') = 31,08^\circ$$

Ângulo de atrito no contacto terreno – estrutura  $\delta$

A superfície da estaca prancha em contacto com o solo é lisa, considera - se  $\delta k = 0$

15) Diagrama de pressões

Solo 1

$$Ka_{1,d} = \frac{1 - \operatorname{sen}(\varphi'd)}{1 + \operatorname{sen}(\varphi'd)} = \frac{1 - \operatorname{sen}(27,45^\circ)}{1 + \operatorname{sen}(27,45^\circ)} = 0,369 \rightarrow \text{coeficiente impulso ativo}$$

$$Kp_{1,d} = \frac{1 + \operatorname{sen}(\varphi'd)}{1 - \operatorname{sen}(\varphi'd)} = \frac{1 + \operatorname{sen}(27,45^\circ)}{1 - \operatorname{sen}(27,45^\circ)} = 2,711 \rightarrow \text{coeficiente impulso passivo}$$

Solo 2

$$Ka_{2,d} = \frac{1 - \operatorname{sen}(\varphi'd)}{1 + \operatorname{sen}(\varphi'd)} = \frac{1 - \operatorname{sen}(31,08^\circ)}{1 + \operatorname{sen}(31,08^\circ)} = 0,319 \rightarrow \text{coeficiente impulso ativo}$$

$$Kp_{2,d} = \frac{1 + \operatorname{sen}(\varphi'd)}{1 - \operatorname{sen}(\varphi'd)} = \frac{1 + \operatorname{sen}(31,08^\circ)}{1 - \operatorname{sen}(31,08^\circ)} = 3,135 \rightarrow \text{coeficiente impulso passivo}$$

O valor de cálculo das pressões está efetuado na Tabela 19 do ANEXO V, os cálculos das forças e dos respetivos braços em relação á base da cortina constam na Tabela 20 do ANEXO V. O andamento do diagrama de pressões sobre a cortina em consola referente à combinação 2 está representado na Figura 33 do ANEXO V.

16) Valor de cálculo do momento fletor atuante  $Ma, d (f)$

$$Ma, d (f) = F1.B1 + F2.B2 + F3.B3 + F4.B4 + F5.B5 + F6.B6 + F7.B7 + F8.B8 \text{ kN.m/m}$$

$$Ma, d (f) = 2,238f^3 + 12,672f^2 + 128,146f + 247,429 \text{ kN.m/m}$$

17) Valor de cálculo do momento fletor resistente  $Mp, d (f)$

$$Mp, d (f) = F9.B9 + F10.B10 + F11.B11 + F12.B12 \text{ kN.m/m}$$

$$Mp, d (f) = 5,951f^3 + 8,213f^2 - 34,705f + 23,532 \text{ kN.m/m}$$

18) Verificação da segurança em relação ao estado limite último por rutura do terreno

$$Ma, d (f) \leq Mp, d (f)$$



$$2,238f^3 + 12,672f^2 + 128,146f + 247,429 \leq 5,951f^3 + 8,213f^2 - 34,705f + 23,532$$

$$f \geq 7,808 \text{ m}$$

Ficha efetiva  $f_e = f + 0,2f$

Sebenta de ESFII - ISEL § 3.2.1

$$f_e = 7,808 + 0,20 * 7,808 = 9,370 \text{ m}$$

19) Secção de esforço transversal nulo na cortina  $V_{ed}(y) = 0$

$$\sum F_H(y) = 0$$

Forças atuantes de cálculo  $F_{a,d}(y)$

$$F_{a,d}(y) = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6 + F_7 + F_8 \text{ kN/m}$$

$$F_{a,d}(y) = 6,72y^2 + 25,33y + 128,16 \text{ kN/m}$$

Forças resistentes de cálculo  $F_{p,d}(y)$

$$F_{p,d}(y) = F_9 + F_{10} + F_{11} + F_{12} \text{ kN/m}$$

$$F_{p,d}(y) = 22,77y^2 + 8,11y - 8,96 \text{ kN/m}$$

Igualando as expressões obtém-se o valor de  $y$ , este valor indica a posição da secção onde o esforço transversal é nulo.

$$F_{a,d}(y) \leq F_{p,d}(y)$$

$$6,72y^2 + 25,33y + 128,16 = 22,77y^2 + 8,11y - 8,96$$

$$y = 4,145 \text{ m}$$

20) Valor de cálculo do momento fletor máximo na cortina  $M_{sd}(y)$

$$M_{sd}(y) = -3,713y^3 + 4,459y^2 + 162,851y + 223,906 \text{ kN.m /m}$$

$$M_{sd}(y = 4,145 \text{ m}) = 711,1 \text{ kN.m /m}$$

## 21) Dimensionamento da secção da cortina

O dimensionamento estrutural da cortina é efetuado para o momento fletor máximo resultante da combinação 1 ou 2, assim temos:

$$M_{sd} = M_{ed} = \text{Máximo}\{667 \text{ kN.m/m}; 711,1 \text{ kN.m/m}\} = 711,1 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{ed} \leq M_{c,rd}$$

EC3 § 6.2.5

$$M_{c,rd} = M_{pl,rd} = \frac{W_{pl} * f_y}{\gamma M_0} \rightarrow \text{para as secções transversais da classe 1 ou 2}$$

$\gamma M_0 = 1,0$  (coeficiente parcial de segurança para a resistência de secções transversais de qualquer classe).

Aplicando o Catálogo Geral de 2010 de estacas-pranchas metálicas laminadas a quente do fabricante ArcelorMittal, ver Figura 34 e Figura 35 do ANEXO V optou-se por escolher para este estudo por um perfil da série Z e outro perfil da série U, assim sendo temos:

Aço S 240 GP  $\leftrightarrow f_y = 240 \text{ N/mm}^2$  – *tensão de cedência*

$$W_{pl} \geq \frac{\gamma M_0 * M_{pl,rd}}{f_y} = \frac{1,0 * 711,1 * 10^6}{240} * 10^{-3} \rightarrow W_{pl} \geq 2963 \text{ cm}^3 / \text{m}$$

Com base no catálogo referido anteriormente e no valor do módulo resistência plástico:  $W_{pl} \geq 2963 \text{ cm}^3 / \text{m}$  da cortina, seleccionaram-se os perfis das estacas-pranchas de acordo com o apresentado na Tabela 21 do ANEXO V.

Adotando-se o perfil Z – AZ 37-700, temos

$$M_{pl,rd} = \frac{W_{pl} * f_y}{\gamma M_0} = \frac{4260 * 10^3 * 240}{1,0} * 10^{-6} = 1022,4 \text{ kN.m /m}$$

Verificação da segurança em relação ao estado limite último por rutura da cortina:

$$M_{ed}[711,1 \text{ kN.m /m}] \leq M_{pl,rd}[1022,4 \text{ kN.m /m}] \quad \text{Verifica}$$

## 22) Síntese da solução para a cortina em consola

Ficha efectiva,  $f_e = 9,370 \text{ m}$

Comprimento das estacas-pranchas,  $D = h + f_e \rightarrow D = 5,50 + 9,37 = 14,9 \cong 15,0 \text{ m}$

Estacas-pranchas metálicas ArcelorMittal, perfil Z – AZ 37-700.

Na Figura 36 do ANEXO V apresenta-se a planta da cortina em consola com as estacas-pranchas metálicas do tipo AZ 37-700.

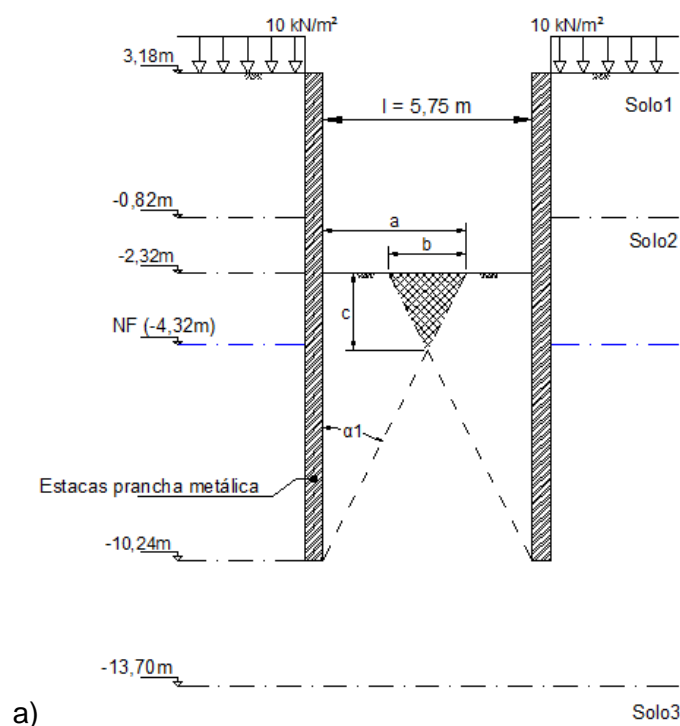
## 23) Verificação da intersecção dos prismas de rotura ativos inter-cortinas

Constata-se que as cortinas longitudinais estão afastadas entre si 5,75 m, ou seja estão relativamente próximas, pelo que é necessário verificar também se os prismas de rotura ativos se intersejam, no espaço entre cortinas abaixo da cota de escavação.

Esta verificação é feita para a combinação 1 e para a combinação 2:

### Combinação 1

No desenho a) está representada a secção transversal da cortina em consola onde constam os dados para a verificação da intersecção dos prismas de rotura ativos:



Da análise gráfica ao desenho a) – secção transversal, observa-se que os prismas de rotura ativos se intersejam abaixo da cota da escavação, esta situação compromete a estabilidade da cortina. Assim para o solo 2 -  $\varphi'd = 37^0$  (determinado na alínea 4):

Cálculo do ângulo  $\alpha1 = (45^0 - \frac{\varphi'd}{2}) \rightarrow \alpha1 = 45^0 - \frac{37^0}{2} = 26,5^0$  ;  $fe = 7,92 m$   
(determinado da alínea 8);  $l = 5,75 m$  ; *Incógnitas*  $\rightarrow a = ? b = ? e c = ?$

$$\frac{a}{fe} = \tan \alpha1 \rightarrow \frac{a}{7,92 m} = \tan 26,5^0 \leftrightarrow a = 3,95 m$$

Sendo  $a > \frac{l}{2} \rightarrow 3,95 m > \frac{5,75}{2} \rightarrow 3,95 m > 2,875 m$  , o que implica a interseção dos dois prismas de rotura ativos em  $b = 2 * (3,95 - 2,875) = 2,15 m$ .

$c$  - representa a cota a partir da qual a  $fe$  - ficha efetiva contribui para a estabilidade da cortina.

Conhecido o valor de  $b$  determina-se o valor  $c$ :

$$\frac{b}{2} = c * \tan \alpha1 \rightarrow \frac{2,15}{2} = c * \tan 26,5^0 \rightarrow c = 2,16 m$$

Ou seja, origina a formação de 2,16 m de solo em sobrecarga.

## Combinação 2

No desenho b) da página seguinte está representada a secção transversal da cortina em consola com os dados necessários para a verificação da interseção dos prismas de rotura ativos para a combinação 2:

Da análise gráfica ao desenho b) observa-se que os prismas de rotura ativos se intersejam abaixo da cota da escavação, esta situação compromete a estabilidade da cortina. Assim para o solo 2 -  $\varphi'd = 31^0$  (determinado na alínea 14):

Cálculo do ângulo  $\alpha2 = (45^0 - \frac{\varphi'd}{2}) \rightarrow \alpha2 = 45^0 - \frac{31^0}{2} = 29,5^0$  ;  $fe = 9,37 m$   
(determinado na alínea 18);  $l = 5,75 m$  ; *Incógnitas*  $\rightarrow a = ? b = ? e c = ?$

$$\frac{a}{fe} = \tan \alpha2 = \frac{a}{9,37 m} = \tan 29,5^0 \leftrightarrow a = 5,30 m$$



## **5.2 Estudo da cortina de estacas-pranchas metálicas monoapoiada – Dimensionamento**

No processo de cálculo utilizou-se um método clássico – método da cortina monoapoiada e a metodologia contemplada no EC7.

Na análise é utilizado o “ método do apoio livre, ou simples” para o dimensionamento da cortina.

Neste estudo a estrutura de suporte flexível é dimensionada tendo em consideração a colocação de um apoio localizado a 1,0 m do topo superior da cortina.

Dado que a escavação a efetuar tem as dimensões de 5,75 m x 12,60 m em planta prevê-se que o sistema de apoio da cortina seja realizado através de vigas de distribuição de carga em todo perímetro da cortina, sendo as mesmas travadas entre si com escoras metálicas horizontais conforme a Figura 37 do ANEXO V.

O “método do apoio livre ou simples” tem a vantagem de usufruir da existência de um processo corretivo designado por método de Rowe, tendo este como finalidade efetuar o ajuste do cálculo de dimensionamento de cortinas monoapoiada aos resultados da observação de cortinas com apoio livre ensaiadas em laboratório por Rowe na década de 50 (1952).

Na Figura 38 do ANEXO V pode observar-se a configuração aproximada do andamento dos diagramas de impulso ativo e passivo, do diagrama tipo dos momentos fletores, da deformada, para o caso do método do apoio livre ou simples com a ficha curta.

No dimensionamento da cortina monoapoiada a segurança é verificada através da relação:

$$Ed \leq Rd \quad \text{EC7 § 2.4.7.3.1}$$

$$Ed = E\{\gamma F * F_{rep.}; Xk/\gamma M ; ad\} \quad \text{EC7 § 2.4.7.3.2}$$

$$Rd = R\{\gamma F * F_{rep.}; Xk/\gamma M; ad\} \quad \text{EC7 § 2.4.7.3.3}$$

As expressões anteriores devem ser determinadas recorrendo a uma das abordagens de cálculo previstas no EC7, sendo que neste estudo irá recorrer-se à Abordagem de Cálculo 1 para a verificação da não ocorrência de um estado limite de rotura ou de deformação excessiva do terreno (GEO) ou da estrutura (STR). Para esta verificação recorre-se a duas combinações de conjuntos de coeficientes parciais:

Combinação 1: A1 ”+” M1 “+” R1

EC7 § 2.4.7.3.4.2

Combinação 2: A2 ”+” M2 “+” R1

No âmbito da elaboração de proposta de um procedimento concursal este estudo tem por base a informação recolhida nos elementos de concurso, nomeadamente no relatório geotécnico, para a execução de uma infraestrutura de betão armado integrada num sistema de transporte de águas residuais implantada a uma profundidade de 5.50 m em relação à superfície do terreno, conforme Figura 39 do ANEXO V.

De acordo com a sondagem geotécnica efetuada no local designada por sondagem S2 onde foram realizados ensaios de penetração dinâmica SPT, constata-se que os estratos atravessados são de solos predominantemente arenosos, ver a Figura 31 do ANEXO V.

Segue-se o desenvolvimento do método do apoio livre, ou simples para o dimensionamento da cortina monoapoiada.

Na Figura 39 do ANEXO V é apresentada a definição geométrica da escavação usando a cortina monoapoiada – secção transversal.

### **Análise através da AC1**

A segurança é verificada através da inequação

$$Ed = E\{\gamma F * F_{rep.}; Xk/\gamma M ; ad\} \leq Rd = R\{\gamma F * F_{rep.}; Xk/\gamma M; ad\}$$

### **Combinação 1: A1 ”+” M1 “+” R1**

- 1) Coeficientes de segurança parciais

- Para ações ou para o efeito das ações [EC7 – Anexo A, Quadro A.3]

Coeficientes		
Permanentes (G)	Desfavoráveis	$\gamma_G = 1,35$
	Favoráveis	$\gamma_G = 1,0$
Variáveis (Q)	Desfavoráveis	$\gamma_Q = 1,5$
	Favoráveis	$\gamma_Q = 0$

- Para os parâmetros do solo [EC7 – Anexo A, Quadro A.4]

Coeficientes	
Ângulo de atrito interno em tensões efetivas	$\gamma_{\phi'} = 1,0$
Peso volúmico	$\gamma_{\gamma} = 1,0$

- Para as capacidades resistentes do solo em estruturas de suporte, temos [EC7 – Anexo A, Quadro A.13]

Coeficientes	
Capacidade resistente passiva de terras	$\gamma_{R;e} = 1,0$

## 2) Determinação da variação da altura de escavação

Para cortinas apoiadas  $\Delta h = 0,10h$  com o limite máximo de 0,50 m, sendo  $h$  a distância entre o apoio mais baixo e a base da escavação.

Sendo  $h = 5,50 - 1,0 = 4,50$  m, temos

$$\Delta h = 0,10 * 4,50 = 0,45 \text{ m}$$

$$\Delta h = \text{mínimo} \{0,45; 0,50\} = 0,45 \text{ m}$$

EC7 § 9.3.2.2

## 3) Geometria de cálculo

Sendo  $h_d = h + \Delta h$ , obtemos



$$hd = 0,45 + 5,50 = 5,95 \text{ m}$$

EC7 § 9.3.2.1

$f \rightarrow$  Representa o valor da ficha da cortina, e é a incógnita a determinar.

4) Valores de cálculo dos parâmetros dos materiais

$$Xd = Xk/\gamma M$$

EC7 § 2.4.6.2

Solo 1 - Peso volúmico:  $\gamma d = \gamma k/\gamma \gamma$

$$\gamma d = \frac{18}{1,0} = 18 \text{ kN/m}^3$$

Solo 1 - Ângulo de atrito interno em tensões efetivas:

$$\varphi' d = tg^{-1} \left( \frac{tg(\varphi' k)}{\gamma \varphi'} \right) = tg^{-1}(tg(33^\circ)/1,0) = 33^\circ$$

Ângulo de atrito no contacto terreno – estrutura  $\delta$

A superfície da estaca prancha em contacto com o solo é lisa, considera-se  $\delta k = 0$

Solo 2 - Peso volúmico:  $\gamma d = \gamma k/\gamma \gamma$

$$\gamma d = \frac{19,2}{1,0} = 19,2 \text{ kN/m}^3$$

Solo 2 - Peso volúmico saturado:  $\gamma_{sat, d} = \gamma_{sat, k}/\gamma \gamma$

$$\gamma_{sat, d} = \frac{21,2}{1,0} = 21,2 \text{ kN/m}^3$$

Peso volúmico da água:  $\gamma_w = 9,8 \text{ kN/m}^3$

Solo 2 - Ângulo de atrito interno em tensões efectivas:

$$\varphi' d = tg^{-1} \left( \frac{tg(\varphi' k)}{\gamma \varphi'} \right) = tg^{-1}(tg(37^\circ)/1,0) = 37^\circ$$

Ângulo de atrito no contacto terreno – estrutura  $\delta$

A superfície da estaca-prancha em contacto com o solo é lisa pelo que se considera  $\delta k = 0$

#### 5) Diagrama de pressões

A determinação dos diagramas de pressões de terras deverá ter em conta as disposições do EC7. EC7 § 9.5

Solo 1

$$Ka_{1,d} = \frac{1 - \text{sen}(\varphi'd)}{1 + \text{sen}(\varphi'd)} = \frac{1 - \text{sen}(33^\circ)}{1 + \text{sen}(33^\circ)} = 0,295 \rightarrow \text{coeficiente impulso ativo}$$

$$Kp_{1,d} = \frac{1 + \text{sen}(\varphi'd)}{1 - \text{sen}(\varphi'd)} = \frac{1 + \text{sen}(33^\circ)}{1 - \text{sen}(33^\circ)} = 3,392 \rightarrow \text{coeficiente impulso passivo}$$

Solo 2

$$Ka_{2,d} = \frac{1 - \text{sen}(\varphi'd)}{1 + \text{sen}(\varphi'd)} = \frac{1 - \text{sen}(37^\circ)}{1 + \text{sen}(37^\circ)} = 0,249 \rightarrow \text{coeficiente impulso ativo}$$

$$Kp_{2,d} = \frac{1 + \text{sen}(\varphi'd)}{1 - \text{sen}(\varphi'd)} = \frac{1 + \text{sen}(37^\circ)}{1 - \text{sen}(37^\circ)} = 4,022 \rightarrow \text{coeficiente impulso passivo}$$

O valor de cálculo das pressões está efetuado na Tabela 22 do ANEXO V os cálculos das forças e dos respetivos braços em relação ao apoio superior da cortina constam na Tabela 23 do ANEXO V. O andamento do diagrama de pressões sobre a cortina monoapoiada referente à combinação 1 está representado na Figura 40 do ANEXO V.

#### 6) Valor de cálculo do momento fletor atuante $Ma, d(f)$

$$Ma, d(f) = F1.B1 + F2.B2 + F3.B3 + F4.B4 + F5.B5 + F6.B6 + F7.B7 + F8.B8 \text{ kN.m/m}$$

$$Ma, d(f) = 5,696f^3 + 49,275f^2 + 97,656f + 359,208 \text{ kN.m/m}$$

#### 7) Valor de cálculo do momento fletor resistente $Mp, d(f)$

$$Mp, d(f) = F9.B9 + F10.B10 + F11.B11 + F12.B12 \text{ kN.m/m}$$

$$Mp, d(f) = 18,563f^3 + 124,009f^2 - 10,772f - 85,054 \text{ kN.m/m}$$

8) Verificação da segurança em relação ao estado limite último por rutura do terreno

$$M_{a,d}(f) \leq M_{p,d}(f)$$

$$5,696f^3 + 49,275f^2 + 97,656f + 359,208 \leq 18,563f^3 + 124,009f^2 - 10,772f - 85,054$$

$$f \geq 2,590 \text{ m}$$

9) Valor de cálculo da força atuante no apoio  $E$

$$\sum F_H(f) = 0$$

Forças atuantes de cálculo  $F_{a,d}(f)$

$$F_{a,d}(f) = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 + F_6 + F_7 + F_8 \text{ kN/m}$$

$$F_{a,d}(f) = 8,54f^2 + 21,70f + 136,17 \text{ kN/m}$$

$$F_{a,d}(f = 2,590 \text{ m}) = 249,7 \text{ kN/m}$$

Forças resistentes de cálculo  $F_{p,d}(f)$

$$F_{p,d}(f) = E + F_9 + F_{10} + F_{11} + F_{12} \text{ kN/m}$$

$$F_{p,d}(f) = E + 27,83f^2 - 6,26f - 14,60 \text{ kN/m}$$

$$F_{p,d}(f = 2,590 \text{ m}) = E + 164,0 \text{ kN/m}$$

Pela condição de verificação da segurança em relação ao estado limite último por rutura do terreno calcula-se o valor da força na escora

$$F_{a,d}(f) \leq F_{p,d}(f)$$

$$249,7 \text{ kN/m} \leq E + 164,0 \text{ kN/m}$$

$$E \geq 85,7 \text{ kN/m}$$

10) Valor de cálculo do momento fletor máximo na cortina  $M_{sd}(y)$

- Cálculo das pressões -  $P(y)$ :

Expressões de cálculo	Pressões - valores de cálculo
$P_1 = \gamma_Q \cdot Q \cdot K_{a1,d}$	$P_1 = 1,5 \cdot 10 \cdot 0,295 = 4,4 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_2 = \gamma_Q \cdot Q \cdot K_{a2,d}$	$P_2 = 1,5 \cdot 10 \cdot 0,249 = 3,7 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_3 = \gamma_G \cdot \gamma_1 \cdot h_3 \cdot K_{a1,d}$	$P_3 = 1,35 \cdot 18 \cdot (y-1,5) \cdot 0,295 = 7,2y-10,8 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_4 = \gamma_G \cdot \gamma_1 \cdot h_3 \cdot K_{a2,d}$	$P_4 = 1,35 \cdot 18 \cdot (y-1,5) \cdot 0,249 = 6,1y-9,1 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_5 = \gamma_G \cdot \gamma_2 \cdot h_5 \cdot K_{a2,d}$	$P_5 = 1,35 \cdot 19,2 \cdot (y-4,0) \cdot 0,249 = 6,5y-25,8 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$

- Cálculo de Forças  $F(y)$ , e braços  $B(y)$ :

Forças - valores de cálculo	Braços - valores de cálculo
$F_1 = P_1 \cdot h_1 = 4,4 \cdot (y-1,5) = 4,4y-6,6 \text{ KN /m}$	$B_1 = 3/2y-4,75 \text{ m}$
$F_2 = P_2 \cdot h_2 = 3,7 \cdot (y-4,0) = 3,7y-14,8 \text{ KN /m}$	$B_2 = 1/2y-2,0 \text{ m}$
$F_3 = \frac{1}{2} \cdot (P_3 \cdot h_3) = \frac{1}{2} \cdot (7,2y-10,8) \cdot (y-1,5) = 3,6y^2-10,8y+8,1 \text{ KN /m}$	$B_3 = 4/3y-4,50 \text{ m}$
$F_4 = P_4 \cdot h_4 = (6,1y-9,1) \cdot (y-4,0) = 6,1y^2-33,3y+36,3 \text{ KN /m}$	$B_4 = 1/2y-2,0 \text{ m}$
$F_5 = \frac{1}{2} \cdot (P_5 \cdot h_5) = \frac{1}{2} \cdot (6,5y-25,8) \cdot (y-4) = 3,3y^2-25,9y+51,6 \text{ KN /m}$	$B_5 = 1/3y-4/3 \text{ m}$
$E = 85,7 \text{ KN /m}$	$B_E = y-1 \text{ m}$

Secção de esforço transversal nulo na cortina  $V_{ed}(y) = 0$

$$\sum F_H(y) = 0$$

$$F_{a,d}(y) = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 \text{ kN/m}$$

$$F_{p,d}(y) = E \text{ kN/m}$$

Igualando as expressões obtém-se o valor de  $y$ , sendo este valor a posição da secção onde o esforço transversal é nulo.

$$F_{a,d}(y) = F_{p,d}(y)$$

$$12,87y^2 - 61,67y + 74,41 \text{ kN/m} = 85,7 \text{ kN/m}$$

$$y = 4,969 \text{ m}$$

Valor de cálculo do momento fletor máximo na cortina  $M_{sd}(y)$

$$M_{sd}(y) = -F_1.B_1(y) - F_2.B_2(y) - F_3.B_3(y) - F_4.B_4(y) - F_5.B_5(y) + E.Be(y) \text{ kN.m/m}$$

$$M_{sd}(y) = -8,879y^3 + 63,588y^2 - 63,812y + 30,589 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{sd}(y = 4,969 \text{ m}) = 194,2 \text{ kN.m/m}$$

### Análise através da AC1

A segurança é verificada através da inequação

$$Ed = E\{\gamma F * F_{rep.}; X_k/\gamma M; ad\} \leq Rd = R\{\gamma F * F_{rep.}; X_k/\gamma M; ad\}$$

### Combinação 2: A2 "+" M2 "+" R1

#### 11) Coeficientes de segurança parciais

- Para ações ou para o efeito das ações [EC7 – Anexo A, Quadro A.3]

Coeficientes		
Permanentes (G)	Desfavoráveis	$\gamma_G = 1,0$
	Favoráveis	$\gamma_G = 1,0$
Variáveis (Q)	Desfavoráveis	$\gamma_Q = 1,3$
	Favoráveis	$\gamma_Q = 0$

- Para os parâmetros do solo [EC7 – Anexo A, Quadro A.4]

Coeficientes	
Ângulo de atrito interno em tensões efetivas	$\gamma\phi' = 1,25$
Peso volúmico	$\gamma\gamma = 1,0$

- Para as capacidades resistentes do solo em estruturas de suporte, temos [EC7 – Anexo A, Quadro A.13]

Coeficientes	
Capacidade resistente passiva de terras	$\gamma R_{pe} = 1,0$

## 12) Determinação da variação da altura de escavação

Idem à alínea 2)

## 13) Geometria de cálculo

Idem à alínea 3)

## 14) Valores de cálculo dos parâmetros dos materiais

$$X_d = X_k / \gamma M$$

EC7 § 2.4.6.2

Solo 1- Peso volúmico:  $\gamma d = \gamma k / \gamma\gamma$

$$\gamma d = \frac{18}{1,0} = 18 \text{ kN/m}^3$$

Solo 1 - Ângulo de atrito interno em tensões efetivas:

$$\phi' d = tg^{-1} \left( \frac{tg(\phi' k)}{\gamma\phi'} \right) = tg^{-1}(tg(33^\circ)/1,25) = 27,45^\circ$$

Ângulo de atrito no contacto terreno – estrutura  $\delta$

A superfície da estaca prancha em contacto com o solo é lisa, considera – se  $\delta k = 0$

Solo 2

Solo 2 - Peso volúmico:  $\gamma d = \gamma k / \gamma \gamma$

$$\gamma d = \frac{19,2}{1,0} = 19,2 \text{ kN/m}^3$$

Solo 2 - Peso volúmico saturado:  $\gamma_{sat, d} = \gamma_{sat, k} / \gamma \gamma$

$$\gamma_{sat, d} = \frac{21,2}{1,0} = 21,2 \text{ kN/m}^3$$

Peso volúmico da água:  $\gamma_w = 9,8 \text{ kN/m}^3$

Solo 2 - Ângulo de atrito interno em tensões efetivas:

$$\varphi' d = tg^{-1} \left( \frac{tg(\varphi' k)}{\gamma \varphi'} \right) = tg^{-1} (tg(37^\circ) / 1,25) = 31,08^\circ$$

Ângulo de atrito no contacto terreno – estrutura  $\delta$

A superfície da estaca prancha em contacto com o solo é lisa, considera -se  $\delta k = 0$

#### 15) Diagrama de pressões

Solo 1

$$Ka1, d = \frac{1 - \text{sen}(\varphi' d)}{1 + \text{sen}(\varphi' d)} = \frac{1 - \text{sen}(27,45^\circ)}{1 + \text{sen}(27,45^\circ)} = 0,369 \rightarrow \text{coeficiente impulso ativo}$$

$$Kp1, d = \frac{1 + \text{sen}(\varphi' d)}{1 - \text{sen}(\varphi' d)} = \frac{1 + \text{sen}(27,45^\circ)}{1 - \text{sen}(27,45^\circ)} = 2,711 \rightarrow \text{coeficiente impulso passivo}$$

Solo 2

$$Ka2, d = \frac{1 - \text{sen}(\varphi' d)}{1 + \text{sen}(\varphi' d)} = \frac{1 - \text{sen}(31,08^\circ)}{1 + \text{sen}(31,08^\circ)} = 0,319 \rightarrow \text{coeficiente impulso ativo}$$

$$Kp2, d = \frac{1 + \text{sen}(\varphi' d)}{1 - \text{sen}(\varphi' d)} = \frac{1 + \text{sen}(31,08^\circ)}{1 - \text{sen}(31,08^\circ)} = 3,135 \rightarrow \text{coeficiente impulso passivo}$$

O valor de cálculo das pressões está efetuado na Tabela 24 do ANEXO V os cálculos das forças e dos respetivos braços em relação ao apoio superior da cortina constam na Tabela 25 do ANEXO V. O andamento do diagrama de pressões sobre a cortina monoapoiada referente à combinação 2 está representado na Figura 40 do ANEXO V.

16) Valor de cálculo do momento fletor atuante  $Ma, d(f)$

$$Ma, d(f) = F1.B1 + F2.B2 + F3.B3 + F4.B4 + F5.B5 + F6.B6 + F7.B7 + F8.B8 \text{ kN.m/m}$$

$$Ma, d(f) = 4,482f^3 + 42,898f^2 + 114,000f + 329,132 \text{ kN.m/m}$$

17) Valor de cálculo do momento fletor resistente  $Mp, d(f)$

$$Mp, d(f) = F9.B9 + F10.B10 + F11.B11 + F12.B12 \text{ kN.m/m}$$

$$Mp, d(f) = 15,188f^3 + 99,887f^2 - 22,973f - 54,033 \text{ kN.m/m}$$

18) Verificação da segurança em relação ao estado limite último por rutura do terreno

$$Ma, d(f) \leq Mp, d(f)$$

$$4,482f^3 + 42,898f^2 + 114,000f + 329,132 \text{ kN} \leq 15,188f^3 + 99,887f^2 - 22,973f - 54,033$$

$$f \geq 2,984 \text{ m}$$

19) Valor de cálculo da força atuante no apoio  $E$

$$\sum FH(f) = 0$$

Forças atuantes de cálculo  $Fa, d(f)$

$$Fa, d(f) = F1 + F2 + F3 + F4 + F5 + F6 + F7 + F8 \text{ kN/m}$$

$$Fa, d(f) = 6,72f^2 + 25,33f + 128,16 \text{ kN/m}$$

$$Fa, d(f = 2,984 \text{ m}) = 263,6 \text{ kN/m}$$



Forças resistentes de cálculo  $F_{p,d}(f)$

$$F_{p,d}(f) = E + F_9 + F_{10} + F_{11} + F_{12} \text{ kN/m}$$

$$F_{p,d}(f) = E + 22,77f^2 - 5,11f - 10,38 \text{ kN/m}$$

$$F_{p,d}(f = 2,984 \text{ m}) = E + 177,1 \text{ kN/m}$$

Pela condição de verificação da segurança em relação ao estado limite último por rutura do terreno, temos

$$F_{a,d}(f) \leq F_{p,d}(f)$$

$$263,6 \text{ kN/m} \leq E + 177,1 \text{ kN/m}$$

$$E \geq 86,5 \text{ kN/m}$$

20) Valor de cálculo do momento fletor máximo na cortina  $M_{sd}(y)$

- Cálculo das pressões - P (y):

Expressões de cálculo	Pressões - valores de cálculo
$P_1 = \gamma_Q \cdot Q \cdot K_{a1,d}$	$P_1 = 1,3 \cdot 10 \cdot 0,369 = 4,8 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_2 = \gamma_Q \cdot Q \cdot K_{a2,d}$	$P_2 = 1,3 \cdot 10 \cdot 0,319 = 4,1 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_3 = \gamma_G \cdot \gamma_1 \cdot h_3 \cdot K_{a1,d}$	$P_3 = 1,0 \cdot 18 \cdot (y-1,5) \cdot 0,369 = 6,6y-10 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_4 = \gamma_G \cdot \gamma_1 \cdot h_3 \cdot K_{a2,d}$	$P_4 = 1,0 \cdot 18 \cdot (y-1,5) \cdot 0,319 = 5,7y-8,6 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_5 = \gamma_G \cdot \gamma_2 \cdot h_5 \cdot K_{a2,d}$	$P_5 = 1,0 \cdot 19,2 \cdot (y-4,0) \cdot 0,319 = 6,1y-24,5 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$

- Cálculo de Forças  $F(y)$ , e braços  $B(y)$ :

Forças - valores de cálculo	Braços- valores de cálculo
$F_1 = P_1 \cdot h_1 = 4,8 \cdot (y-1,5) = 4,8y-7,2 \text{ KN /m}$	$B_1 = 1,5y-4,75 \text{ m}$
$F_2 = P_2 \cdot h_2 = 4,1 \cdot (y-4,0) = 4,1y+16,4 \text{ KN /m}$	$B_2 = 1/2y-2,0 \text{ m}$
$F_3 = \frac{1}{2} \cdot (P_3 \cdot h_3) = \frac{1}{2} \cdot (6,6y-10) \cdot (y-1,5) = 3,3y^2-10y+7,5 \text{ KN /m}$	$B_3 = 4/3y-4,5 \text{ m}$
$F_4 = P_4 \cdot h_4 = (5,7y-8,6) \cdot (y-4,0) = 5,7y^2-31,4y+34,4 \text{ KN /m}$	$B_4 = 1/2y-2,0 \text{ m}$
$F_5 = \frac{1}{2} \cdot (P_5 \cdot h_5) = \frac{1}{2} \cdot (6,1y-24,5) \cdot (y-4,0) = 3,1y^2-24,5y+49,0 \text{ KN /m}$	$B_5 = 1/3y-4/3 \text{ m}$
$E = 86,5 \text{ KN /m}$	$B_E = y-1,0 \text{ m}$

Secção de esforço transversal nulo na cortina  $V_{ed}(y) = 0$

$$\sum F_H(y) = 0$$

$$F_{a,d}(y) = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 \text{ kN/m}$$

$$F_{p,d}(y) = E \text{ kN/m}$$

Igualando as expressões obtém-se o valor de  $y$ , indicando este a posição da secção onde o esforço transversal é nulo.

$$F_{a,d}(y) = F_{p,d}(y)$$

$$12,13y^2 - 56,92y + 67,07 \text{ kN/m} = 86,5 \text{ kN/m}$$

$$y = 5,012 \text{ m}$$

Valor de cálculo do momento fletor máximo na cortina  $M_{sd}(y)$

$$M_{sd}(y) = -F_1 \cdot B_1(y) - F_2 \cdot B_2(y) - F_3 \cdot B_3(y) - F_4 \cdot B_4(y) - F_5 \cdot B_5(y) + E \cdot B_E(y) \text{ kN.m/m}$$

$$M_{sd}(y) = -8,318y^3 + 58,376y^2 - 47,106y + 13,872 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{sd}(y = 5,012 \text{ m}) = 197,0 \text{ kN.m/m}$$

## 21) Dimensionamento da secção da cortina

O dimensionamento estrutural da cortina é efetuado para o momento fletor máximo resultante da combinação 1 ou 2.

$$M_{sd} = M_{ed} = \text{Máximo}\{194,2 \text{ kN.m/m} ; 197,0 \text{ kN.m/m}\} = 197,0 \text{ kN.m/m}$$

$$M_{ed} \leq M_{c,rd}$$

EC3 § 6.2.5

$$M_{c,rd} = M_{pl,rd} = \frac{W_{pl} * f_y}{\gamma M_0} \text{ para as secções transversais da classe 1 ou 2}$$

$\gamma M_0 = 1,0$  (coeficiente parcial de segurança para a resistência de secções transversais de qualquer classe).

Empregando o catálogo geral de estacas-pranchas metálicas laminadas a quente do fabricante ArcelorMittal, ver Figura 34 e Figura 35 do ANEXO V optou-se para este estudo por um perfil da série Z e outro perfil da série U, temos:

Aço S 240 GP  $\leftrightarrow f_y = 240 \text{ N/mm}^2$  – *tensão de cedência*

$$W_{pl} \geq \frac{\gamma M_0 * M_{pl,rd}}{f_y} = \frac{1,0 * 197,0 * 10^6}{240} * 10^{-3} \rightarrow W_{pl} \geq 821 \text{ cm}^3 / \text{m}$$

Recorrendo ao catálogo referido e ao valor do módulo resistência plástico:  $W_{pl} \geq 821 \text{ cm}^3 / \text{m}$  da cortina, selecionou-se os perfis das estacas-pranchas apresentados na Tabela 26 do ANEXO V.

Adotando-se o perfil U – PU 11R, temos

$$M_{pl,rd} = \frac{W_{pl} * f_y}{\gamma M_0} = \frac{1370 * 10^3 * 240}{1,0} * 10^{-6} = 328,8 \text{ kN.m /m}$$

Verificação da segurança em relação ao estado ao estado limite último por rutura da cortina:

$$M_{ed}[170,1 \text{ kN.m /m}] \leq M_{pl,rd}[328,8 \text{ kN.m /m}] \quad \text{Verifica}$$

Analisando a expressão anterior constata-se que o  $M_{pl,rd}[328,8 \text{ kN.m/m}]$  proporcionado pelo perfil U - PU 11R é quase o dobro do momento atuante  $M_{ed}[170,1 \text{ kN.m/m}]$ .

Esta situação permite a otimização da solução apresentada através da aplicação da correção de Rowe, como se pode verificar na alínea 23) seguinte.

#### 22) Síntese da solução para a cortina monoapoiada, sem a aplicação da correção de Rowe

Ficha efetiva,  $f_e = 2,984 \text{ m}$

Comprimento das estacas-pranchas  $D = h + f_e \rightarrow D = 5,50 + 2,984 = 8,48 \text{ m} \cong 8,50 \text{ m}$

Estacas-pranchas metálicas ArcelorMittal, perfil U - PU 11R.

#### 23) Aplicação da correção de Rowe

Como referido anteriormente o dimensionamento da estrutura flexível através do método do apoio livre ou simples tem a vantagem de beneficiar do processo corretivo designado por método de Rowe.

Este método consiste no ajustamento do valor de cálculo do momento fletor atuante  $M_{ed}$  aos resultados observados por Rowe em laboratório através de modelos reduzidos de cortinas monoapoiadas com apoio livre, em solos arenosos.

Segundo Rowe, numa cortina monoapoiada a flexibilidade da cortina, com destaque para as cortinas de estacas-pranchas metálicas, faz com que o diagrama de pressões seja diferente da forma triangular, ver Figura 41 do ANEXO V porém o momento fletor na cortina diminui com o aumento da flexibilidade da cortina donde resulta que o valor de cálculo do momento fletor atuante  $M_{ed}$  determinado pelo método do apoio livre ou simples seja superior ao que ocorre na realidade, o que levou Rowe a promover um processo para aproximação do momento calculado ao observado.

Deste modo para solos arenosos o método de Rowe tem em conta o seguinte:

- A compacidade relativa da areia;

- A flexibilidade relativa da cortina – número de flexibilidade,  $\rho = \frac{H^4}{EI}$ , em que:  
  
H – altura total da cortina;  
  
E – módulo de elasticidade do material da cortina;  
  
I – momento de inércia da secção da cortina.
- Profundidade relativa da escavação,  $\alpha = \frac{h}{H}$ , onde h é a profundidade da escavação;
- Ábaco para cálculo do momento fletor corrigido, que segundo Rowe passa a ser o valor de cálculo do momento fletor atuante na cortina, ver ábaco da Figura 42 do ANEXO V;
- Determinação da curva estrutural com base nas propriedades da secção da cortina e do número de flexibilidade.
- Determinação da curva de serviço com base no número de flexibilidade, na relação momento corrigido/ momento máximo, no valor de cálculo do momento fletor atuante *Med*.
- Traçado das curvas, estrutural e de serviço para determinação da secção através do método de Rowe.
- Escolha do perfil metálico resultante da aplicação do método de Rowe.

Considerando que estamos na presença de uma areia solta ( $\phi_k = 33^\circ$  para a primeira camada, e  $\phi_k = 37^\circ$  para a segunda camada) e que vamos escolher um perfil U para a estaca-prancha da série PU–R do fabricante ArcelorMittal, temos:

A flexibilidade relativa da cortina – número de flexibilidade  $\rho = \frac{H^4}{EI}$

$$MRd = \frac{W * fy}{\gamma M0}$$

EC3 § 6.2.5

$$\gamma_{M0} = 1,0$$

EC3 § 6.1

Aço S 240 GP  $\leftrightarrow f_y = 240 \text{ N/mm}^2$  – *tensão de cedência*

$$H = 8,50 \text{ m e } h = 5,50 \text{ m}$$

Profundidade relativa da escavação,  $\alpha = \frac{h}{H}$

$$\alpha = \frac{5,5}{8,5} \cong 0,65$$

A determinação dos dados para a elaboração da curva estrutural com base nas propriedades da secção da cortina e do número de flexibilidade estão na Tabela 27 do ANEXO V.

Para a determinação dos dados para a elaboração da curva de serviço escolhem-se pontos conhecidos segundo o eixo das abcissas do ábaco ( $\log_{10} p$ ) da Figura 42 do ANEXO V e conhecendo também a curva da profundidade relativa da escavação ( $\alpha$  do ábaco) obtemos o valor da relação  $\frac{M_{\text{corrigido}}}{M_{\text{máximo}}}$ . Conhecendo os valores desta relação e o valor de  $Med$  calculam-se os pontos que definem a curva de serviço conforme Tabela 28 do ANEXO V.

Após o cálculo dos pontos das curvas estrutural e de serviço procede-se ao traçado das respectivas curvas e à determinação da secção da cortina através do método de Rowe conforme gráfico da Figura 43 do ANEXO V.

Analisando o gráfico da figura 43 conclui-se que a abcissa correspondente ao ponto de intersecção da curva estrutural com a curva de serviço fornece o perfil a adotar, para este perfil o valor do momento  $Med$  é precisamente igual ao valor do momento  $Mrd$ . No entanto só por acaso é que existirá no mercado um perfil metálico correspondente exatamente à intersecção das duas curvas estudadas. Nestas circunstâncias escolhe-se o perfil mais próximo situado à esquerda do ponto de intersecção das duas curvas que para este caso corresponde ao perfil PU 9R do fabricante ArcelorMittal.

Observa-se também que à esquerda do ponto de intersecção das duas curvas traçadas a curva estrutural está acima da curva de serviço, o que indica que os momentos

resistentes de cálculo são superiores aos momentos atuantes de cálculo, significando que estamos do lado da segurança.

24) Síntese da solução para a cortina monoapoiada aplicando a correção de Rowe

Ficha efetiva,  $f_e = 2,984 \text{ m}$

Comprimento das estacas-pranchas,  $D = h + f_e \rightarrow D = 5,50 + 2,984 = 8,48 \text{ m} \cong 8,50 \text{ m}$

Estacas-pranchas metálicas ArcelorMittal, perfil U – PU 9R (Secção da classe 3).

25) Dimensionamento do escoramento metálico da cortina monoapoiada

O apoio da cortina à cota + 2,18 é constituído por perfis metálicos HE do fabricante ArcelorMittal. Na Figura 37 do ANEXO V está apresentada a disposição em planta do escoramento metálico.

a) Dimensionamento das vigas de distribuição dos topos da contenção periférica

Este elemento é formado por uma viga metálica em perfil H de um tramo apoiada nas vigas de distribuição laterais com comprimento  $L = 5,75 \text{ m}$  sujeita ao carregamento distribuído de  $p_{sd} = 86,46 \text{ kN/m}$ , cujo valor foi calculado na alínea 19) do dimensionamento da cortina monoapoiada.

Para o cálculo do esforço normal de compressão  $N_{sd}$  sobre este elemento considerou-se o valor de  $86,46 \text{ kN}$  correspondente à ação de  $1,0 \text{ m}$  de cortina.

Aço S 235  $\leftrightarrow f_y = 235 \text{ N/mm}^2$  EC3 § 3.2 Quadro 3.1

Cálculo de reações e esforços actuantes na viga simplesmente apoiada com um tramo:

Reações de apoio Horizontais  $H_{sd}$

$$\sum F_H = 0 \rightarrow H_{sd} + 86,46 - 86,46 = 0 \rightarrow H_{sd} = 0 \text{ kN}$$

Reações de apoio verticais  $R_{sd}$

$$R_{sd} = R_{sd} \text{ isostática}$$

$$Rsd1 = Rsd2 = \frac{P * L}{2} = \frac{86,46 * 5,75}{2} = 248,57 \text{ kN}$$

Esforço transversal:  $Vsd = 248,57 \text{ kN}$

Momento fletor:

$$Msd = \frac{P * L^2}{8} = \frac{86,46 * 5,75^2}{8} = 357,32 \text{ kN.m}$$

Escolha do perfil a adoptar em função do momento fletor atuante –  $Med$

EC3 § 6.2.5

$$Med \leq Mc,rd \rightarrow Mc,rd = Mpl,rd = \frac{Wpl * fy}{\gamma M0} \leftrightarrow Wpl \geq \frac{\gamma M0 * Mpl,rd}{fy}$$

$$Med = 357,32 \text{ kN.m}$$

$$Wpl \geq \frac{357,32 * 10^6}{235} * 10^{-3} \rightarrow Wpl \geq 1521 \text{ cm}^3$$

Escolhendo o perfil HE300B do fornecedor Profil ARBED cujo extrato da tabela se apresenta na Figura 53 do ANEXO V, temos:

$$Wpl = 1869 \text{ cm}^3 ; Wel = 1678 \text{ cm}^3 ; A = 149,1 \text{ cm}^2$$

Adoptando o Aço S 235  $\leftrightarrow$  Secção transversal é da classe 1 segundo a tabela “Arbed”.

Verificação da classe da secção transversal do perfil HE300B

EC3 § 5.5

Dimensões:  $b= 300 \text{ mm}$ ;  $d= 208 \text{ mm}$ ;  $tw=11 \text{ mm}$ ;  $tf= 19 \text{ mm}$ ;  $r= 27 \text{ mm}$

Classe da alma:

$$\frac{c}{tw} \leq 72\varepsilon, \text{ em que } \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{fy}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1,0$$

$$\frac{208}{11} \leq 72 * 1 \equiv 18,9 \leq 72,0 \rightarrow \text{Verifica, a alma da secção do HE300B é da Classe 1.}$$



Classe dos banzos:

$$\frac{c}{t_f} \leq 9\varepsilon ; \varepsilon = 1,0; c = \frac{b}{2} - \frac{tw}{2} - r \equiv c = \frac{300}{2} - \frac{11}{2} - 27 = 117,5 \text{ mm}$$

$$\frac{117,5}{19} \leq 9 * 1 \equiv 6,2 \leq 9 \rightarrow \text{Verifica, os banzos da secção do HE300B são da Classe 1.}$$

Sendo a alma e os banzos da secção transversal do perfil HE300B em aço S 235 da classe 1, implica segundo o EC3 que a secção transversal do perfil em estudo seja da classe 1.

Verificação do perfil adotado em relação aos esforços atuantes -  $N_{ed}$ ,  $V_{ed}$  e  $M_{ed}$

O valor de cálculo do esforço compressão atuante  $N_{ed}$  em cada secção deve satisfazer a seguinte condição:

$$N_{ed} \leq N_{c,rd} \quad \text{EC3 § 6.2.4}$$

$$N_{c,rd} = \frac{A * f_y}{\gamma M_0} \text{ para secções da classe 1, 2 ou 3; } A \rightarrow \text{área da secção transversal;}$$

$$N_{ed} = 86,46 \text{ kN}$$

$$N_{c,rd} = N_{pl,rd} \frac{149,1 * 10^2 * 235}{1,0} * 10^{-3} = 3503,85 \text{ kN}$$

Verificação da segurança

$$N_{ed} \leq N_{c,rd} \rightarrow 86,46 \text{ kN} \leq 3503,85 \text{ kN} \quad \text{Verifica}$$

A resistência última à flexão é calculada com base na condição seguinte:

$$M_{ed} \leq M_{c,rd} \quad \text{EC3 § 6.2.5}$$

$$M_{ed} = 357,32 \text{ kN.m}$$

$$M_{c,rd} = M_{pl,rd} = \frac{W_{pl} * f_y}{\gamma M_0} \equiv M_{pl,rd} = \frac{1869 * 10^3 * 235}{1,0} * 10^{-6} = 439,2 \text{ kN.m}$$

Verificação da segurança:

$$M_{ed} = 357,32 \text{ kN.m} \leq M_{c,rd} = M_{pl,rd} = 439,2 \text{ kN.m} \quad \text{Verifica}$$

A resistência última ao corte é calculada com base na condição seguinte:

$$V_{ed} \leq V_{c,rd} \quad \text{EC3 § 6.2.6}$$

Para a carga paralela à alma e de acordo com a tabela “Arbed” o perfil HE300B tem uma área resistente ao esforço transversal -  $A_{vz} = 47,43 \text{ cm}^2$ .

$$V_{ed} = 248,57 \text{ kN}$$

$$V_{c,rd} = V_{pl,rd} = \frac{A_{vz} * \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma M_0} = \frac{47,43 * 10^2 * \frac{235}{\sqrt{3}}}{1,0} * 10^{-3} = 643,52 \text{ kN}$$

Verificação da segurança:

$$V_{ed} = 248,57 \text{ kN} \leq V_{c,rd} = V_{pl,rd} = 643,52 \text{ kN} \quad \text{Verifica}$$

Numa viga sujeita à flexão com esforço transversal, de acordo com o EC3 é necessário verificar se o valor do esforço transversal tem efeito sobre o valor do momento fletor resistente da viga. No caso de se verificar a condição seguinte:

$$V_{ed} \leq 0,50 * V_{pl,rd} \quad \text{EC3 § 6.2.8 (2)}$$

Para a secção no apoio  $V_{sd} = 248,57 \text{ kN}$  e  $M_{sd} = 0 \text{ kN.m}$

$$248,57 \text{ kN} \leq 0,50 * 643,52 \text{ kN} \equiv 248,57 \text{ kN} \leq 321,76 \text{ kN} \quad \text{Verifica}$$

Para a secção a meio vão  $V_{sd} = 0 \text{ kN}$  e  $M_{sd} = 357,32 \text{ kN.m}$

$$0 \text{ kN} \leq 0,50 * 643,52 \text{ kN} \equiv 0 \text{ kN} \leq 321,76 \text{ kN} \quad \text{Verifica}$$

O efeito do esforço transversal sobre o momento fletor pode ser desprezado, exceto se a resistência da secção for reduzida pela encurvadura por esforço transversal.

Verificação da secção transversal à encurvadura por esforço transversal EC3 § 6.2.6 (6)

Se  $\frac{hw}{tw} > 72 * \frac{\varepsilon}{\eta}$ , é necessário a verificação da encurvadura por corte da alma, em que

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1,0 \quad ; \quad \eta = 1,0; \quad \text{para o caso do perfil HE300B temos:}$$

$$hw = 262 \text{ mm e } tw = 11 \text{ mm}$$

$$\frac{262}{11} > 72 * 1 \equiv 23,8 > 72 \rightarrow \text{Falso} \leftrightarrow \text{Não é necessário verificar a encurvadura por corte da alma da secção.}$$

Verificação da secção transversal à flexão composta com esforço transversal.

EC3 § 6.2.10

Para a secção mais solicitada que se situa a meio vão temos os seguintes esforços atuantes:  $N_{sd} = 86,46 \text{ kN}$ ;  $V_{sd} = 0 \text{ kN}$ ;  $M_{sd} = 357,32 \text{ kN.m}$

Segundo o EC3, os efeitos da atuação do esforço normal e do esforço transversal numa secção deverão ser considerados no cálculo do momento fletor resistente dessa secção.

Para o cálculo do momento plástico resistente reduzido permitido pela presença de esforço normal e de esforço transversal  $M_{n,rd}$  é utilizada a informação apresentada na Figura 44 do ANEXO V.

$$\text{Esforço de axial: } N_{sd} \leq 0,25 * N_{pl,rd}$$

$$86,46 \text{ kN} \leq 0,25 * 3503,85 \text{ kN} \rightarrow 86,46 \text{ kN} \leq 875,96 \text{ kN} \rightarrow \text{nível esforço axial} \rightarrow \text{"low"}$$

$$\text{Esforço de corte: } V_{sd} \leq 0,50 * V_{pl,rd}$$

$$0 \text{ kN} \geq 0,50 * 643,52 \text{ kN} \rightarrow 0 \text{ kN} \geq 321,76 \text{ kN} \rightarrow \text{nível esforço corte} \rightarrow \text{"low"}$$

$$\text{Da Figura 44, temos } \begin{cases} \text{nível de esforço axial} \rightarrow \text{"low"} \\ \text{nível de esforço corte} \rightarrow \text{"low"} \end{cases} \rightarrow M_{n,rd} = M_{pl,rd}$$

$$M_{ed} = 357,32 \text{ kN.m}$$

$$M_{n,rd} = M_{pl,rd} = \frac{1869 * 10^3 * 235}{1,0} * 10^{-6} = 439,2 \text{ kN.m}$$

Verificação da segurança da secção transversal à flexão composta com esforço transversal:

$$M_{ed} \leq M_{n,rd} \rightarrow 357,32 \text{ kN.m} \leq 439,2 \text{ kN.m} \quad \text{Verifica}$$

Verificação da secção transversal à encurvadura

EC3 § 6.3.1

A resistência de um elemento comprimido por vezes é limitada pela instabilidade lateral da secção comprimida – varejamento. Considerando que a viga está simplesmente apoiada e tem um comprimento de 5,75 m, temos:

$$N_{ed} = 86,46 \text{ kN}$$

$$L_{crítico}(L_{cr}) = l_b \rightarrow \text{comprimento de encurvadura; } l_b = 5750 \text{ mm}$$

Na Tabela 29 do ANEXO V apresenta-se o cálculo da verificação à encurvadura por compressão segundo o eixo longitudinal da viga em análise.

Verificação da resistência da secção transversal à encurvadura devido à flexão na viga

EC3 § 6.3.2

$$M_{ed} \leq M_{b,rd}$$

$$M_{ed} = 357,32 \text{ kN.m}$$

$$M_{b,rd} = \chi_{LT} * W_y * \frac{f_y}{\gamma_{M1}}, \text{ onde } \gamma_{M1} = 1,0 \text{ (EC3§6.1)}$$

A resistência da viga à flexão por vezes é limitada pela instabilidade lateral da secção ao qual se designa por bambeamento, no banzo comprimido.

O momento crítico de bambeamento elástico  $M_{cr}$  para uma viga com secção constante bissimétrica quando submetida a carga uniformemente distribuída aplicada no centro de corte  $\equiv$  centro de gravidade da secção é igual a:

EC3 § Anexo F (F.1.3 (2))

$$M_{cr} = C_1 * \frac{\pi^2 * E * I_z}{(KL)^2} * \left[ \left( \frac{K}{K_w} \right)^2 * \frac{I_w}{I_z} + \frac{(KL)^2 * G * I_t}{\pi^2 * E * I_z} \right]^{0,5}$$

Os fatores efetivos  $K$  e  $K_w$  variam entre 0,5 para encastramento perfeito com empenamento impedido, e 1,0 para os casos de apoio simples em que o empenamento é livre, neste estudo considera-se  $K = K_w = 1,0$ .

Para a distribuição de momentos fletores entre as secções de apoio resultante de um carregamento uniformemente distribuído de acordo com o EC3, temos:

$$K = 1,0 \rightarrow C_1 = 1,132$$

EC3 § Anexo F – (Tabela F.1.2)

Dados para cálculo do  $M_{cr}$  – Perfil HE300B:

$$E = 210\,000\, N/mm^2 ; G = 80\,800\, N/mm^2$$

EC3 §3.2.6

$$I_z = 8563 * 10^4\, mm^4 ; I_w = 1688 * 10^9\, mm^6 ; I_t = 185 * 10^4\, mm^4 ; L = 5750\, mm$$

$$\frac{\pi^2 * E * I_z}{(KL)^2} = \frac{\pi^2 * 210000 * 8563 * 10^4}{(1 * 5750)^2} = 5\,367\,960\, N$$

$$\left( \frac{K}{K_w} \right)^2 * \frac{I_w}{I_z} = \left( \frac{1}{1} \right)^2 * \frac{1688 * 10^9}{8563 * 10^4} = 19712\, mm^2$$

$$\frac{(KL)^2 * G * I_t}{\pi^2 * E * I_z} = \frac{(1 * 5750)^2 * 80800 * 185 * 10^4}{\pi^2 * 210000 * 8563 * 10^4} = 27846\, mm^2$$

$$M_{cr} = 1,132 * 5367960 * [19712 + 27846]^{0,5} = 1325,2 * 10^6\, N.mm = 1325,2\, kN.m$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1869 * 10^3 * 235}{1325,2 * 10^6}} = 0,576$$

EC3 § 6.3.2.2 - Quadro 6.4 e 6.3

$$\alpha_{LT} \rightarrow \frac{h}{b} \leq 2,0 \equiv \frac{300}{300} \leq 2,0 \rightarrow \text{Curva a} \rightarrow \alpha_{LT} = 0,21$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 * [1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]$$

$$\phi_{LT} = 0,5 * [1 + 0,21(0,576 - 0,2) + 0,576^2] = 0,705$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + (\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2)^{0,5}} = \frac{1}{0,705 + (0,705^2 - 0,576^2)^{0,5}} = 0,900$$

$$M_{b,rd} = \chi_{LT} * W_y * \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,900 * 1869 * 10^3 * 235}{1,0} * 10^{-6} = 395,29 \text{ kN.m}$$

Verificação da segurança:

$$M_{ed} = 357,32 \text{ kN.m} \leq M_{b,rd} = 395,29 \text{ kN.m} \quad \text{Verifica}$$

Síntese da solução para a viga de distribuição dos topos da escavação:

Perfil HE300B com 5,75 m de comprimento.

b) Dimensionamento das vigas de distribuição longitudinais da cortina monoapoiada

Adotando-se para o espaçamento horizontal entre escoras uma distância de 4,0 m e um carregamento uniformemente distribuído  $psd = 86,46 \text{ kN/m}$  conforme cálculo efetuado na alínea 19) do dimensionamento da cortina monoapoiada e o esforço de compressão  $N_{sd}$  resultante das reações de apoio das vigas de topo sobre as vidas longitudinais.

Na Figura 45 ANEXO V estão definidas as dimensões consideradas para o dimensionamento da viga contínua apoiada do escoramento longitudinal.

Cálculo dos esforços e reações de apoio da viga continua pelo método de *Hardy Cross*:

O valor máximo da força no apoio superior da cortina é o resultante do cálculo da combinação 2 cujo valor no estado limite último é de  $86,46 \text{ kN/m}$ . Considerando que a viga tem o momento de inércia  $I = \text{Constante}$  e o módulo de elasticidade do aço de  $E = 210\,000 \text{ N/mm}^2$  e um comprimento  $l$  temos:

$$\text{Aço S 235} \leftrightarrow f_y = 235 \text{ N/mm}^2$$

EC3 § 3.2 Quadro 3.1

Factores de distribuição  $FD$ , para os tramos 1, 2 e 3:

$$\text{Rigidez} \rightarrow k = \frac{EI}{l} ; EI = \text{Constante} = 1,0 ; k_1 = k_2 = k_3 = \frac{1}{l} = \frac{1}{4} = 0,25$$

$$FD1 = \frac{k1}{k1 + k2} = \frac{0,25}{0,25 + 0,25} = 0.500 ; FD2 = \frac{k2}{k2 + k1} = \frac{0,25}{0,25 + 0,25} = 0.500$$

$$FD3 = \frac{k2}{k2 + k3} = \frac{0,25}{0,25 + 0,25} = 0.500 ; FD4 = \frac{k3}{k3 + k2} = \frac{0,25}{0,25 + 0,25} = 0.500$$

Momentos de encastramento perfeito *MEP*

$$\text{Tramo 1} \rightarrow M1 - 2 = 0 \text{ kN.m} ; M2 - 1 = \frac{Psd * l^2}{8} = \frac{86,46 * 4^2}{8} = 172,92 \text{ kN.m}$$

$$\text{Tramo 2} \rightarrow M2 - 3 = M3 - 2 = \frac{Psd * l^2}{12} = \frac{86,46 * 4^2}{12} = 115,28 \text{ kN.m}$$

$$\text{Tramo 3} \rightarrow M3 - 4 = \frac{Psd * l^2}{8} = \frac{86,46 * 4^2}{8} = 172,92 \text{ kN.m} ; M4 - 3 = 0 \text{ kN.m}$$

O cálculo dos momentos fletores na viga continua de três tramos, foi realizado com recurso ao método de Hardy Cross, ver Figura 46 do ANEXO V.

As inscrições apresentadas no diagrama da figura 46 significam o seguinte: FD ↔ Factor de Distribuição; MEP ↔ Momentos de Encastramento Perfeito; MD ↔ Momento Desequilibrante; ME ↔ Momento Equilibrante; MDistrib ↔ Momento Distribuído; TI ↔ Transporte na 1ª iteração.

Cálculo das reações de apoio horizontais *Hsd*

$$\sum FH = 0 \rightarrow Hsd + 248,57 - 248,57 = 0 \rightarrow Hsd = 0 \text{ kN}$$

Cálculo das reações de apoio verticais *Rsd*

$$Rsd = Rsd \text{ isostática} + Rsd \text{ hiperestática}$$

Para o tramo 1, temos  $l1 = 4,0 \text{ m}$

$$Rsd1 = \frac{Psd * l1}{2} - \frac{|M2| - |M1|}{l1} = \frac{86,46 * 4}{2} - \frac{136,9 - 0}{4} = 138,70 \text{ kN}$$

$$Rsd2' = \frac{Psd * l1}{2} + \frac{|M2| - |M1|}{l1} = \frac{86,46 * 4}{2} + \frac{136,9 - 0}{4} = 207,15 \text{ kN}$$

Para o tramo 2, temos  $l2 = 4,0 \text{ m}$

$$Rsd2'' = \frac{Psd * l2}{2} + \frac{|M2| - |M3|}{l2} = \frac{86,46 * 4}{2} + \frac{136,9 - 136,9}{4} = 172,92 \text{ kN}$$

$$Rsd3'' = \frac{Psd * l2}{2} + \frac{|M2| - |M3|}{l2} = \frac{86,46 * 4}{2} + \frac{136,9 - 136,9}{4} = 172,92 \text{ kN}$$

Para o tramo 3, temos  $l3 = 4,0 \text{ m}$

$$Rsd3' = \frac{Psd * l3}{2} + \frac{|M3| - |M4|}{l3} = \frac{86,46 * 4}{2} + \frac{136,9 - 0}{4} = 207,15 \text{ kN}$$

$$Rsd4 = \frac{Psd * l3}{2} - \frac{|M3| - |M4|}{l3} = \frac{86,46 * 4}{2} - \frac{136,9 - 0}{4} = 138,70 \text{ kN}$$

Os totais das reacções verticais nos apoios 1,2,3 e 4

$$Rsd1 = 138,70 \text{ kN} ; Rsd2 = Rsd2' + Rsd2'' = 207,15 \text{ kN} + 172,92 \text{ kN} = 380,07 \text{ kN}$$

$$Rsd3 = Rsd3' + Rsd3'' = 207,15 \text{ kN} + 172,92 \text{ kN} = 380,07 \text{ kN} ; Rsd4 = 138,70 \text{ kN}$$

Cálculo do momento máximo nos tramos 1, 2 e 3

O momento fletor é máximo quando o esforço transversal é nulo pelo que iremos determinar a localização da secção onde o esforço transversal nulo.

Para os tramos 1 e 3 temos:  $X1 = \text{distância ao apoio 1}$  e  $X3 = \text{distância ao apoio 4}$ , e como estamos perante uma viga simétrica com carregamento simétrico o valor de  $X1 = X3$

$$\frac{138,70}{X1} = \frac{207,15}{4 - X1} \rightarrow X1 = 1,604 \text{ m} \rightarrow M_{\text{máximo}}$$

$Med1 \rightarrow \text{Momento no tramo 1} ; Med3 \rightarrow \text{Momento no tramo 3} ; Med1 = Med3$

$$Med1 = 138,70 * 1,604 - \frac{86,46 * 1,604^2}{2} = 111,25 \text{ kN.m}$$



Para o tramo 2 temos:  $X2 = \text{distância ao apoio 2}$

$$\frac{172,92}{X2} = \frac{172,92}{4 - X2} \rightarrow X2 = 2,00 \text{ m} \rightarrow M_{\text{máximo}}$$

$Med2 \rightarrow \text{Momento no tramo 2}$

$$Med2 = 138,70 * 6 - 86,46 * 4 * 4 + 380,07 * 2 - 172,92 * 1 = 36,06 \text{ kN.m}$$

A Figura 47 do ANEXO V apresenta os diagramas de esforços actuantes na viga contínua longitudinal do escoramento metálico localizada à cota + 2,18.

Seleção do perfil metálico a adotar em função do momento fletor atuante –  $Med$

EC3 § 6.2.5

$$Med \leq Mc,rd \rightarrow Mc,rd = Mpl,rd = \frac{Wpl * fy}{\gamma M0} \leftrightarrow Wpl \geq \frac{\gamma M0 * Mpl,rd}{fy}$$

$$Med = 136,9 \text{ kN.m}$$

$$Wpl \geq \frac{136,90 * 10^6}{235} * 10^{-3} \rightarrow Wpl \geq 583 \text{ cm}^3$$

Escolhendo o perfil HE220B do fornecedor Profil ARBRD cujo extrato da tabela se apresenta na Figura 52 do ANEXO V, temos:

$$Wpl = 827 \text{ cm}^3 ; Wel = 735,5 \text{ cm}^3 ; A = 91,04 \text{ cm}^2$$

Adotando o Aço S 235  $\leftrightarrow$  Secção transversal é da classe 1, segundo a tabela “Arbed”.

Verificação da classe da secção transversal do perfil HE220B

EC3 § 5.5

Dimensões:  $b= 220 \text{ mm}$ ;  $d= 152 \text{ mm}$ ;  $tw=9,5 \text{ mm}$ ;  $tf= 16 \text{ mm}$ ;  $r= 18 \text{ mm}$

Classe da alma:

$$\frac{c}{tw} \leq 72\varepsilon, \text{ em que } \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{fy}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1,0$$

$$\frac{152}{9,5} \leq 72 * 1 \equiv 16,0 \leq 72,0 \rightarrow \text{Verifica, a alma da secção do HE220B é da Classe 1.}$$

Classe dos banzos:

$$\frac{c}{t_f} \leq 9\varepsilon ; \varepsilon = 1,0; c = \frac{b}{2} - \frac{tw}{2} - r \equiv c = \frac{220}{2} - \frac{9,5}{2} - 18 = 87,25 \text{ mm}$$

$$\frac{87,25}{16} \leq 9 * 1 \equiv 5,45 \leq 9 \rightarrow \text{Verifica, os banzos da secção do HE220B são da Classe 1.}$$

Sendo a alma e os banzos da secção transversal do perfil HE220B em aço S 235 da classe 1, segundo o EC3 implica que a secção transversal do perfil em estudo seja da classe 1.

Verificação do perfil adoptado em relação aos esforços atuantes -  $N_{ed}$ ,  $V_{ed}$  e  $M_{ed}$

O valor de cálculo do esforço compressão actuante  $N_{ed}$ , em cada secção deve satisfazer a seguinte condição:

$$N_{ed} \leq N_{c,rd} \quad \text{EC3 § 6.2.4}$$

$$N_{c,rd} = \frac{A * f_y}{\gamma M_0} \text{ para secções da classe 1,2 ou 3; } A \rightarrow \text{área da secção transversal;}$$

$$N_{ed} = 248,57 \text{ kN}$$

$$N_{c,rd} = N_{pl,rd} \frac{91,04 * 10^2 * 235}{1,0} * 10^{-3} = 2139,44 \text{ kN}$$

Verificação da segurança

$$N_{ed} \leq N_{c,rd} \rightarrow 248,57 \text{ kN} \leq 2139,44 \text{ kN} \quad \text{Verifica}$$

A resistência última à flexão é calculada com base na condição seguinte:

$$M_{ed} \leq M_{c,rd} \quad \text{EC3 § 6.2.5}$$

$$M_{ed} = 136,90 \text{ kN.m}$$

$$M_{c,rd} = M_{pl,rd} = \frac{W_{pl} * f_y}{\gamma M_0} \equiv M_{pl,rd} = \frac{827 * 10^3 * 235}{1,0} * 10^{-6} = 194,35 \text{ kN.m}$$

Verificação da segurança:

$$M_{ed} = 136,90 \text{ kN.m} \leq M_{c,rd} = M_{pl,rd} = 194,35 \text{ kN.m} \quad \text{Verifica}$$

A resistência última ao corte é calculada com base na condição seguinte:

$$V_{ed} \leq V_{c,rd} \quad \text{EC3 § 6.2.6}$$

Para a carga paralela à alma e de acordo com a tabela “Arbed” o perfil HE220B tem uma área resistente ao esforço transversal -  $A_{vz} = 27,92 \text{ cm}^2$ .

$$V_{ed} = 207,15 \text{ kN}$$

$$V_{c,rd} = V_{pl,rd} = \frac{A_{vz} * \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma M_0} = \frac{27,92 * 10^2 * \frac{235}{\sqrt{3}}}{1,0} * 10^{-3} = 378,80 \text{ kN}$$

Verificação da segurança:

$$V_{ed} = 207,15 \text{ kN} \leq V_{c,rd} = V_{pl,rd} = 378,80 \text{ kN} \quad \text{Verifica}$$

Numa viga sujeita à flexão com esforço transversal, e de acordo com o EC3 é necessário verificar se o valor do esforço transversal tem efeito sobre o valor do momento fletor resistente da viga. No caso de se verificar a condição seguinte:

$$V_{ed} \geq 0,50 * V_{pl,rd} \quad \text{EC3 § 6.2.8 (3)}$$

Para a secção nos apoios intermédios  $V_{sd} = 207,15 \text{ kN}$  e  $M_{sd} = 136,90 \text{ kN.m}$

$$207,15 \text{ kN} \geq 0,50 * 378,80 \text{ kN} \equiv 207,15 \text{ kN} \geq 189,41 \text{ kN} \rightarrow \text{a condição é verificada}$$

Logo o efeito do esforço transversal sobre o momento fletor não pode ser desprezado.

“No caso de secções transversais com banzos iguais em  $I$ , flectidas em relação ao eixo principal de maior inércia (eixo  $y - y$ ), o valor de cálculo do momento fletor resistente

plástico, reduzido para ter em conta o esforço transversal, poderá calculado do seguinte modo”:

EC3 § 6.2.8 (5)

$$M_{y,V,rd} = \frac{\left[ W_{pl,y} - \frac{\rho * A_w^2}{4t_w} \right] * f_y}{\gamma M_0} \quad \text{mas } M_{y,V,rd} \leq M_{y,c,rd}$$

$M_{y,c,rd}$  calculado de acordo com EC3 § 6.2.5 (2)

$A_w = h_w * t_w$ , onde  $A_w \rightarrow$  área da alma;  $t_w \rightarrow$  espessura da alma;  $h_w \rightarrow$  altura da alma

$$\rho = \left( \frac{2 * V_{ed}}{V_{pl,rd}} - 1 \right)^2 \text{ e } V_{pl,rd} \text{ calculado conforme EC3 § 6.2.6 (2)}$$

$$\rho = \left( \frac{2 * 207,15}{378,80} - 1 \right)^2 = 0,00878$$

Para o perfil HE220B:  $h_w = 188 \text{ mm}$ ;  $t_w = 9,5 \text{ mm} \rightarrow A_w = 188 * 9,5 = 1786 \text{ mm}^2$

$$M_{y,V,rd} = \frac{\left[ 827 * 10^3 - \frac{0,00878 * 1786^2}{4 * 9,5} \right] * 235}{1,0} * 10^{-6} = 194,17 \text{ kN.m}$$

$$M_{y,c,rd} = M_{y,pl,rd} = \frac{W_{pl} * f_y}{\gamma M_0} = \frac{827 * 10^3 * 235}{1,0} * 10^{-6} = 194,35 \text{ kN.m}$$

$$M_{y,V,rd} = 194,17 \text{ kN.m} \leq M_{y,c,rd} = 194,35 \text{ kN.m} \quad \text{Verifica}$$

Verificação da secção transversal à encurvadura por esforço transversal

EC3 § 6.2.6 (6)

Se  $\frac{h_w}{t_w} > 72 * \frac{\varepsilon}{\eta}$  é necessário a verificação da encurvadura por corte da alma, em que

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1,0 ; \eta = 1,0; \text{ para perfil HE220B temos: } h_w = 188 \text{ mm e } t_w = 9,5 \text{ mm}$$

$\frac{188}{9,5} > 72 * 1 \equiv 19,79 > 72 \rightarrow \text{Falso} \leftrightarrow$  Não é necessário verificar a encurvadura por corte da alma da secção.

Verificação da secção transversal à flexão composta com esforço transverso

EC3 § 6.2.10

Para as secções mais solicitadas que se situam nos apoios intermédios temos os seguintes esforços atuantes:  $N_{sd} = 248,57 \text{ kN}$ ;  $V_{sd} = 207,15 \text{ kN}$ ;  $M_{sd} = 136,90 \text{ kN.m}$

Segundo o EC3, quando da atuação do esforço normal e do esforço transverso numa determinada secção, os seus efeitos deverão ser considerados no cálculo do momento fletor resistente dessa secção.

Para o cálculo do momento plástico resistente reduzido permitido pela presença de esforço normal e de esforço transverso  $M_{n,rd}$  é utilizada a informação disponibilizada na Figura 48 do ANEXO V.

$$\text{Esforço de axial: } N_{sd} \leq 0,25 * N_{pl,rd}$$

$$248,57 \text{ kN} \leq 0,25 * 2139,44 \text{ kN} \rightarrow 248,57 \text{ kN} \leq 534,86 \text{ kN} \rightarrow \text{nível esforço axial} \rightarrow \text{"low"}$$

$$\text{Esforço de corte: } V_{sd} \geq 0,50 * V_{pl,rd}$$

$$207,15 \text{ kN} \geq 0,50 * 378,80 \text{ kN} \rightarrow 207,15 \text{ kN} \geq 189,40 \text{ kN} \rightarrow \text{nível esforço corte} \rightarrow \text{"high"}$$

$$\text{Da Figura 48, temos } \begin{cases} \text{nível de esforço axial} \rightarrow \text{"low"} \\ \text{nível de esforço corte} \rightarrow \text{"high"} \end{cases} \rightarrow M_{n,rd} = (1 - \rho) * M_{pl,rd}$$

$$M_{ed} = 136,90 \text{ kN.m}$$

$$\rho = \left( 2 * \frac{V_{sd}}{V_{pl,rd}} - 1 \right)^2 = \left( 2 * \frac{207,15}{378,80} - 1 \right)^2 = 0,00878$$

$$M_{n,rd} = (1 - \rho) * M_{pl,rd} = (1 - 0,00878) * \frac{827 * 10^3 * 235}{1,0} * 10^{-6} = 192,64 \text{ kN.m}$$

Verificação da segurança da secção transversal à flexão composta com esforço transverso:

$$M_{ed} \leq M_{n,rd} \rightarrow 136,90 \text{ kN.m} \leq 192,64 \text{ kN.m} \quad \text{Verifica}$$

Verificação da resistência da secção transversal à encurvadura devido ao esforço de compressão. EC3 § 6.3.1

A resistência de um elemento comprimido, por vezes é limitada pela instabilidade lateral da secção comprimida – varejamento. Considerando que a viga está simplesmente apoiada, e travada lateralmente a cada 4,0 m, temos:

$$N_{ed} = 248,57 \text{ kN}$$

$$L_{crítico}(L_{cr}) = l_b \rightarrow \text{comprimento de encurvadura}; l_b = 4000 \text{ mm}$$

Na Tabela 30 do ANEXO V, apresenta-se o cálculo da verificação à encurvadura por compressão, segundo o eixo longitudinal da viga em análise.

Verificação da resistência da secção transversal à encurvadura devido à flexão na viga

EC3 § 6.3.2

$$M_{ed} \leq M_{b,rd}$$

$$M_{b,rd} = \chi_{LT} * W_y * \frac{f_y}{\gamma_{M1}}, \text{ onde } \gamma_{M1} = 1,0 \text{ (EC3§6.1)}$$

A resistência da viga à flexão por vezes é limitada pela instabilidade lateral da secção ao qual se designa por bambeamento, no banzo comprimido.

O momento crítico de bambeamento elástico  $M_{cr}$  para uma viga com secção constante e bissimétrica quando submetida a carga uniformemente distribuída aplicada no centro de corte  $\equiv$  centro de gravidade da secção é igual a:

EC3 § Anexo F (F.1.3 (2))

$$M_{cr} = C_1 * \frac{\pi^2 * E * I_z}{(KL)^2} * \left[ \left( \frac{K}{K_w} \right)^2 * \frac{I_w}{I_z} + \frac{(KL)^2 * G * I_t}{\pi^2 * E * I_z} \right]^{0,5}$$

Os factores efetivos  $K$  e  $K_w$  variam entre 0,5 para encastramento perfeito com empenamento impedido, e 1,0 para os casos de apoio simples em que o empenamento é livre, neste estudo considera-se  $K = K_w = 1,0$ .

Para a distribuição de momentos flectores entre as secções de apoio resultante de um carregamento uniformemente distribuído e de acordo com o EC3, temos:

Estudo dos momentos positivos

*Tramo 1 e 3*  $\rightarrow [M^+]$   $\rightarrow K = 1,0 \rightarrow C1 = 1,132$  EC3 § Anexo F – Tabela F.1.2)

*Tramo 2*  $\rightarrow [M^+]$   $\rightarrow K = 1,0 \rightarrow C1 = 1,285$

Dados para cálculo do  $M_{cr}$  – Perfil HE220B:

$E = 210\,000\, N/mm^2$  ;  $G = 80\,800\, N/mm^2$  EC3 § 3.2.6

$I_z = 2843 * 10^4\, mm^4$  ;  $I_w = 295,4 * 10^9\, mm^6$  ;  $I_t = 76,57 * 10^4\, mm^4$  ;  $L = 4000\, mm$

$$\frac{\pi^2 * E * I_z}{(KL)^2} = \frac{\pi^2 * 210000 * 2843 * 10^4}{(1 * 4000)^2} = 3\,682\,781\, N$$

$$\left(\frac{K}{K_w}\right)^2 * \frac{I_w}{I_z} = \left(\frac{1}{1}\right)^2 * \frac{295,4 * 10^9}{2843 * 10^4} = 10390\, mm^2$$

$$\frac{(KL)^2 * G * I_t}{\pi^2 * E * I_z} = \frac{(1 * 4000)^2 * 80800 * 76,57 * 10^4}{\pi^2 * 210000 * 2843 * 10^4} = 16799\, mm^2$$

*Tramo 1 e 3*  $\rightarrow [Momentos^+]$

$M_{cr} = 1,132 * 3\,682\,781 * [10390 + 16799]^{0,5} = 687,4 * 10^6\, N.mm = 687,4\, kN.m$

*Tramo 2*  $\rightarrow [Momentos^+]$

$M_{cr} = 1,285 * 3\,682\,781 * [10390 + 16799]^{0,5} = 780,8 * 10^6\, N.mm = 780,8\, kN.m$

A Tabela 31 do ANEXO V apresenta o cálculo da verificação à encurvadura devido à flexão da viga ( $Momentos^+$ ).

Estudo dos momentos negativos

*Apoios 2 e 3*  $\rightarrow [M^-] \rightarrow K = 1,0 \rightarrow C1 = 1,879$  EC3 § Anexo F – Tabela F.1.1)

$$M_{cr} = 1,879 * 3\,682\,781 * [10390 + 16799]^{0,5} = 1141,0 * 10^6 N.m = 1141,0 kN.m$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{827 * 10^3 * 235}{1141,0 * 10^6}} = 0,413$$

$$\text{Curva de encurvadura} \rightarrow \frac{h}{b} \leq 2,0 \equiv \frac{300}{300} \leq 2,0 \rightarrow \text{Curva a} \rightarrow \alpha_{LT} = 0,21$$

EC3 § 6.3.2.2 - Quadro 6.4 e 6.3

$$\Phi_{LT} = 0,5 * [1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 * [1 + 0,21(0,413 - 0,2) + 0,413^2] = 0,608$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + (\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2)^{0,5}} = \frac{1}{0,608 + (0,608^2 - 0,413^2)^{0,5}} = 0,949$$

$$M_{b,rd} = \chi_{LT} * W_y * \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,949 * 827 * 10^3 * 235}{1,0} * 10^{-6} = 184,4 kN.m$$

Verificação da segurança:

$$M_{ed} = 136,9 kN.m \leq M_{b,rd} = 184,4 kN.m \quad \text{Verifica}$$

Síntese da solução para as vigas de distribuição laterais da cortina monoapoiada

Vigas em perfil HE220B com 12,0 m de comprimento escoradas a cada 4,0 m sendo esta distância o afastamento máximo entre as escoras à cota +2,18.

c) Dimensionamento das escoras intermédias

Este elemento é formado por uma viga metálica em perfil H de um tramo apoiada nas vigas de distribuição laterais com comprimento  $L = 5,15$  m, submetida ao esforço normal de compressão  $N_{ed}$  cujo valor foi calculado na alínea 25 b) do dimensionamento da cortina monoapoiada.



Aço S 235  $\leftrightarrow f_y = 235 \text{ N/mm}^2$

EC3 § 3.2 Quadro 3.1

$$N_{ed} = R_{sd2} = R_{sd3} = 207,15 \text{ kN} + 172,92 \text{ kN} = 380,07 \text{ kN}$$

Escolhendo o perfil HE160B do fornecedor Profil ARBRD cujo extrato da tabela se apresenta na Figura 51 do ANEXO V, temos:

$$A = 54,25 \text{ cm}^2$$

$$N_{ed} \leq N_{c,rd}$$

$$N_{c,rd} = \frac{A * f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{54,25 * 10^2 * 235}{1,0} * 10^{-3} = 1274 \text{ kN}$$

$$380,7 \text{ kN} \leq 1274 \text{ kN} \quad \text{Verifica}$$

Adoptando o Aço S 235  $\leftrightarrow$  Secção transversal é da classe 1, segundo a tabela “Arbed”.

Verificação da classe da secção transversal do perfil HE160B

EC3 § 5.5

Dimensões: b= 160 mm; d= 104 mm; tw=8 mm; tf= 13 mm; r= 15 mm

Classe da alma:

$$\frac{c}{tw} \leq 33\varepsilon, \text{ em que } \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1,0$$

$$\frac{104}{8} \leq 33 * 1 \equiv 13,0 \leq 33,0 \rightarrow \text{Verifica, a alma da secção do HE160B é da Classe 1.}$$

Classe dos banzos:

$$\frac{c}{tf} \leq 9\varepsilon ; \varepsilon = 1,0; c = \frac{b}{2} - \frac{tw}{2} - r \equiv c = \frac{160}{2} - \frac{8}{2} - 15 = 61 \text{ mm}$$

$$\frac{61}{13} \leq 9 * 1 \equiv 4,69 \leq 9 \rightarrow \text{Verifica, os banzos da secção do HE160B são da Classe 1.}$$

Sendo a alma e os banzos da secção transversal do perfil HE160B em aço S 235 da classe 1, implica que a secção transversal do perfil em estudo seja da classe 1, segundo o EC3.

Verificação da resistência da secção transversal à encurvadura devido ao esforço de compressão

EC3 § 6.3.1

A resistência de um elemento comprimido por vezes é limitada pela instabilidade lateral da secção comprimida – varejamento. Considerando que a viga está simplesmente apoiada nas extremidades e que tem um comprimento de 5,15 m, temos:

$$L_{crítico}(L_{cr}) = l_b \rightarrow \text{comprimento de encurvadura}; l_b = 5150 \text{ mm}$$

Na Tabela 32 do ANEXO V apresenta-se o cálculo da verificação à encurvadura por compressão segundo o eixo longitudinal da viga intermédia.

Síntese da solução para as vigas das escoras intermédias da cortina monoapoiada

Vigas em perfil HE160B com 5,15 m de comprimento, sendo o afastamento máximo entre as escoras de 4,0 m posicionadas à cota +2,18.

d) Dimensionamento das escoras junto aos topos da cortina monoapoiada

Este elemento é formado por uma viga metálica em perfil H de um tramo apoiada nas vigas de distribuição laterais com comprimento  $L = 5,15 \text{ m}$ , submetida ao esforço normal de compressão  $N_{ed}$  cujo valor foi calculado na alínea 25 b) do dimensionamento da cortina monoapoiada.

Aço S 235  $\leftrightarrow f_y = 235 \text{ N/mm}^2$

EC3 § 3.2 Quadro 3.1

$$N_{ed} = R_{sd1} = R_{sd4} = 138,70 \text{ kN}$$

Escolhendo o perfil HE120B do fornecedor Profil ARBRD cujo extrato da tabela é apresentado na Figura 50 do ANEXO V, temos:

$$A = 34,01 \text{ cm}^2$$

$$N_{ed} \leq N_{c,rd}$$

$$N_{c,rd} = \frac{A * f_y}{\gamma M_0} = \frac{34,01 * 10^2 * 235}{1,0} * 10^{-3} = 799,20 \text{ kN}$$

$$138,70 \text{ kN} \leq 799,20 \text{ kN} \quad \text{Verifica}$$

Adotando o Aço S 235 ↔ Secção transversal é da classe 1, segundo a tabela “Arbed”.

Verificação da classe da secção transversal do perfil HE120B

EC3 § 5.5

Dimensões: b= 120 mm; d= 74 mm; tw=6,5 mm; tf= 11 mm; r= 12 mm

Classe da alma:

$$\frac{c}{t_w} \leq 33\varepsilon, \text{ em que } \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1,0$$

$$\frac{74}{6,5} \leq 33 * 1 \equiv 11,39 \leq 33,0 \rightarrow \text{Verifica, a alma da secção do HE120B é da Classe 1.}$$

Classe dos banzos:

$$\frac{c}{t_f} \leq 9\varepsilon ; \varepsilon = 1,0; c = \frac{b}{2} - \frac{t_w}{2} - r \equiv c = \frac{120}{2} - \frac{6,5}{2} - 12 = 44,75 \text{ mm}$$

$$\frac{44,75}{11} \leq 9 * 1 \equiv 4,07 \leq 9 \rightarrow \text{Verifica, os banzos da secção do HE120B são da Classe 1.}$$

Sendo a alma e os banzos da secção transversal do perfil HE120B em aço S 235 da classe 1, implica que a secção transversal do perfil em estudo seja da classe 1, segundo o EC3.

Verificação da resistência da secção transversal à encurvadura devido ao esforço de compressão

EC3 § 6.3.1

A resistência de um elemento comprimido por vezes é limitada pela instabilidade lateral da secção comprimida – varejamento. Considerando que a viga está simplesmente apoiada nas extremidades e que tem um comprimento de 5,15 m, temos:

$$L_{crítico}(L_{cr}) = l_b \rightarrow \text{comprimento de encurvadura}; l_b = 5150 \text{ mm}$$

Na Tabela 33 do ANEXO V apresenta-se o cálculo da verificação à encurvadura por compressão segundo o eixo longitudinal da escora junto ao topo.

Síntese da solução para as vigas das escoras junto aos topos da cortina monoapoiada

Vigas em perfil HE120B com 5,15 m de comprimento, sendo o afastamento máximo entre as escoras de 4,0 m, situadas à cota +2,18.

Na Figura 49 do ANEXO II apresenta-se a composição dos perfis do apoio superior da cortina, planta do escoramento dimensionado à cota + 2,18.

### **5.3 Escolha da solução das cortinas de estacas-pranchas estudadas para elaboração do processo de procedimento.**

Analisando os resultados dos dimensionamentos efetuados nos pontos 5.1 e 5.2 pelo método da consola e pelo método do apoio livre ou simples, verifica-se que a consideração de um apoio (escoramento metálico) na parte superior da cortina teve como resultado uma acentuada diminuição do momento fletor máximo da cortina, passando de 711,1 kN.m /m (cortina em consola) para 197 kN.m /m (cortina monoapoiada) e como consequência da secção da cortina resultou a redução da massa da cortina de 177 kg / m<sup>2</sup> para 97 kg / m<sup>2</sup>.

Observa-se igualmente que a altura total da cortina passou de 14,9 m ( $\cong$  15,0 m) para 8,48 m ( $\cong$  8,50m).

O dimensionamento da cortina monoapoiada pelo método do apoio livre ou simples permite a aplicação da correção de Rowe, o qual possibilita otimização do cálculo do momento fletor máximo, o que por sua vez se traduz na redução da secção da cortina como se pode verificar na alínea 23).

De acordo com o estudo efetuado anteriormente observa-se que para a solução da cortina monoapoiada a secção transversal do perfil da cortina passou do perfil PU 11R para o perfil PU 9R, tendo como resultado uma redução da massa da cortina de 97 kg / m<sup>2</sup> para 82 kg / m<sup>2</sup>. Ressalva-se que perfil PU 9R permite uma solução mais económica mas apresenta uma secção da classe 3, enquanto o perfil PU 11R expõe uma secção transversal da classe 2.

A seguir apresenta-se o estudo da composição dos preços unitários de cada uma das soluções estudadas para decisão sobre o preço unitário a considerar na proposta do procedimento concursal.

Este estudo tem por base as dimensões em planta para a escavação de 5,75 m x 12,6 m. Na solução da cortina monoapoiada prevê-se o enchimento dos espaços existentes entre a viga de distribuição e as estacas-pranchas com betão C16/20 por forma a uniformizar a superfície de apoio da estacas e assim possibilitar uma melhor distribuição da carga atuante sobre o apoio. Prevê-se ainda a colocação de 2 varões de aço  $\phi$  12 mm com comprimento de 0,85 m/varão ligados à viga de distribuição, por espaço, de modo a suportarem o peso do betão de enchimento acima referido.

No ANEXO V apresentam-se as Tabelas 34, 35, 36, 37, 38, 39 relativas ao cálculo da composição de custos referentes às atividades, da cortina em consola do perfil AZ 37 – 700 e da cortina monoapoiada para os perfis PU 11R e PU 9R, do escoramento metálico, do betão de enchimento, e das armaduras em varão aço A 400 NR.

Cortina em consola solução com o perfil AZ – 37 - 700:

$$\text{Área de cortina em consola} \rightarrow Acc = [2 * (12,6 + 5,75)] m * 15,0 m = 550,50 m^2$$

$$\text{Preço unitário da cortina em consola} \rightarrow PU = 107,64 \text{ €/m}^2$$

Cortina monoapoiada solução com o perfil PU 11R, e com o perfil PU 9R

$$\text{Área de cortina monoapoiada} \rightarrow Ac_m = [2 * (12,6 + 5,75)] m * 8,50 m = 312,00 m^2$$

Cálculo da incidência do escoramento por m<sup>2</sup> de cortina:

$$\text{Preço unitário do perfil PU 11R} \rightarrow P.\text{unit.} = 68,57 \text{ €/m}^2$$

*Preço unitário do escoramento metálico → P.unit. = 4,15 €/kg*

$$\text{Incidência do escoramento} = \frac{3776 \text{ kg}}{312 \text{ m}^2} = 12,1 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 12,1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 4,15 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 50,2 \text{ €/m}^2$$

*Preço unitário do betão C16/20 → P.unit. = 88,65 €/m³*

$$\text{Incidência do betão} = \frac{1,76 \text{ m}^3}{312 \text{ m}^2} = 5,6 * 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} \rightarrow 5,6 * 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} * 88,65 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} = 0,50 \text{ €/m}^2$$

*Preço unitário da armadura em varão → P.unit. = 1,37 €/m²*

$$\text{Incidência da armadura} = \frac{55,6 \text{ kg}}{312 \text{ m}^2} = 0,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \rightarrow 0,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 1,37 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 0,30 \text{ €/m}^2$$

$$\text{Perfil PU 11R} \rightarrow \text{P.unit. composto} = 68,57 + 50,2 + 0,50 + 0,3 = 119,6 \text{ €/m}^2$$

$$\text{Perfil PU 9R} \rightarrow \text{P.unit. composto} = 67,24 + 50,2 + 0,50 + 0,3 = 118,2 \text{ €/m}^2$$

No mapa comparativo seguinte é apresentada a síntese das soluções estudadas para decisão sobre a cortina de estacas-pranchas a utilizar no procedimento concursal.

Mapa comparativo das soluções estudadas				
Cortina	Perfil ArcelorMittal	Área da cortina (m²)	P. Unit. (€/m²)	Preço Total (€)
Consola	AZ – 37 - 700	550,50	107,64	59.255,80 €
Monoapoiada	PU 11R	312,00	119,6	37.315,20 €
Monoapoiada	PU 9R	312,00	118,2	36.878,40 €

Observando os resultados obtidos constata-se que a cortina em consola apresenta o preço unitário inferior à solução mais económica da cortina monoapoiada, no entanto a área total da cortina em consola necessária é bastante superior à área total da cortina monoapoiada, este facto origina que a solução para a contenção periférica em cortina de estacas-pranchas metálicas monoapoiada seja a solução mais económica.

Das soluções estudadas a mais económica e que considera igualmente as necessidades de cálculo da cortina é a solução que indica a utilização do perfil PU 9R do fabricante

ArcelorMittal. A introdução do apoio à cota +2,18 (escoramento metálico) permitiu uma redução na área total da cortina na ordem dos 43,3%, e uma redução do preço total da cortina em cerca de 37,8%, em relação à cortina autoportante.

A solução da cortina monoapoiada é mais económica do que a cortina em consola. Com a aplicação da correção de Rowe no dimensionamento da cortina monoapoiada através do recurso ao método do apoio livre ou simples, obteve-se uma redução 15,5% na massa da cortina, e uma redução do preço unitário de 1,2%.

Neste estudo de cortinas de estacas-prachas devido ao facto da envolvente da obra se situar numa zona não urbana em que não existem edificações nem infraestruturas e também pelo facto da cortina a realizar ser provisória estando apenas em serviço durante a execução da obra.

Com base nestes pressupostos dispensou-se a verificação da deformação sofrida pela cortina em relação ao estado limite último de utilização.

Numa situação de realização da obra em meio urbano terá que ser feita também a avaliação do comportamento da cortina em relação ao estado limite de utilização.

A verificação em relação ao estado limite último de utilização é necessária devido ao facto das edificações e infraestruturas existentes na envolvente dos trabalhos serem variáveis determinantes para o cálculo da cortina e para a escolha da solução a estudar e a orçamentar durante a elaboração da proposta do concorrente ao procedimento concursal pré-contratual /fase de formação de contrato de empreitada de obra pública.

Por fim, constata-se que todo o conhecimento da área de Engenharia Civil é necessário e essencial para o sucesso de cada um dos intervenientes envolvidos no processo procedimental de contratação de obras públicas.





## **6. CONCLUSÃO**

O enquadramento histórico apresentado no capítulo 2 constituiu uma parte da pesquisa efetuada sobre o tema do TFM o qual se revelou importante para a análise dos processos de procedimentos concursais de obras públicas ocorridos no passado permitindo conhecer melhor a ação dos intervenientes nestes processos no período entre o reinado de D. Maria II e a atualidade.

Embora muitos dos diplomas mencionados não se encontrem em vigor a informação que transmitem permite perceber o passado e o presente dos procedimentos concursais de obras públicas em Portugal.

O Código dos Contratos Públicos, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 18/2008 de 29 de janeiro é o diploma que regula a contratação pública em Portugal, incluindo a parte referente aos procedimentos concursais de obras públicas. A elaboração e a publicação do Código dos Contratos Públicos tiveram também como principal função o alinhamento da legislação nacional com as diretivas comunitárias, sobre o tema dos procedimentos pré-contratuais públicos para a formação de contrato de empreitada de obra pública, ou outro tipo de objeto a contratar por qualquer entidade pública.

Os intervenientes que participam nas dinâmicas inerentes aos processos dos concursos públicos e de realização de obras públicas em Portugal são designados por entidade adjudicante e ou dono de obra e por entidade concorrente ou empreiteiro.

A perspetiva da entidade adjudicante visa escolher o tipo de procedimento a adotar num determinado processo de obra pública e proceder à elaboração das peças do procedimento escolhido para a formação de contrato em conformidade com a tramitação procedimental do CCP.

A perspetiva da entidade concorrente visa escolher dentro da oferta de procedimentos concursais lançados pelas entidades adjudicantes públicas aqueles que lhes convém estudar, orçar e elaborar proposta para concorrer de acordo com o estipulado nas peças de cada procedimento pré-contratual tendo como objetivo a adjudicação da empreitada para a formação de contrato de obra pública à luz do Código dos Contratos Públicos, enriquecendo desta forma a sua carteira dos contratos de obras públicas a realizar.

Em relação ao dimensionamento das cortinas estudadas, efetuou-se o cálculo recorrendo à *Abordagem de Cálculo do Tipo 1* tendo sido consideradas na avaliação as combinações 1 e 2 em conformidade com o Eurocódigo 7.

De acordo com a Sebenta da Unidade Curricular de ESFII (ISEL) “ *à partida a combinação 2 leva ao dimensionamento externo (geotécnico – GEO) e a combinação 1 conduz ao dimensionamento interno (estrutural – STR), mas em certas circunstâncias este princípio pode não ser verificado.*” No estudo efetuado neste trabalho obtiveram-se os resultados que constam no mapa comparativo seguinte:

Mapa comparativo cortinas estudadas – AC1			
Cortina	AC1	Combinação 1	Combinação 2
Consola	Ficha	6,559 m	7,808 m
	Momento máximo	667 KN.m/m	711,1 KN.m/m
Monoapoiada	Ficha	2,590 m	2,984 m
	Momento máximo	194,2 KN.m/m	197 KN.m/m

Analisando os dados obtidos no mapa anterior verifica-se que a Combinação 2 levou ao maior comprimento da ficha – resultante do dimensionamento externo, e conduziu também ao maior valor do momento fletor máximo – resultante do dimensionamento interno. Estes resultados contribuem para o reforço do princípio acima mencionado. Cada solução de cortinas de contenção deverá ser estudada caso a caso uma vez que na superfície terrestre as condições geotécnicas variam de local para local bem como as condicionantes existentes na envolvente da obra.

Por fim, a realização do estágio num ambiente profissional e a elaboração do relatório de estágio apresentaram um resultado bastante positivo, visto que foram desenvolvidos e realizados os objetivos inicialmente estabelecidos, os quais contribuíram para desenvolver conhecimentos e adquirir competências sobre o tema proposto no âmbito da Engenharia Civil.

O estudo desenvolvido enquadra-se no âmbito da vasta área de análise dos procedimentos concursais para a formação de contrato de obra pública, tanto na ótica da entidade adjudicante como na ótica da entidade concorrente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Elementos da Unidade Curricular **Construções Metálicas e Mistas**- Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL).

Elementos da Unidade Curricular **Estruturas de Suporte e Fundações II** - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL).

FARINHA, J. S. Brazão – **RSA – Regulamento de Segurança e Acções para Edifícios e Pontes – Anotado**. 2.<sup>a</sup> Edição. Queluz: COOPTÉCNICA/EPGE,1994.

FARINHA, J. S. Brazão; REIS, A. Correia dos – **Tabelas Técnicas**. Edição de Outubro de 1992. Setúbal: Edição P.O.B.,1992.

GAMBOA, Manuel – **Gestão de Obras e Estaleiros**. Departamento de Engenharia Civil - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL). 2008-2009.

MANSO, A. Costa; FONSECA, M. Santos; ESPADA, J. Carvalho – **Informação Sobre Custos: Fichas de Rendimentos**. 5.<sup>a</sup> Edição. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil – Divisão de Edições e Artes Gráficas, 2005. 2 vol. ISBN 972-49-1718-5.

MATOS, Tiago - Advogado – **Guia Teórico/Prático – Código dos Contratos Públicos**. Edição de Fevereiro de 2013. Porto: Legis Editora, 2013. ISBN: 978-989-8148-94-0.

REIS, A. Correia dos – **Organização e Gestão de Obras**. 5.<sup>a</sup> Edição. Lisboa: Edições Técnicas E. T. L., Lda, 2009. ISBN: 978-972-99731-4-7.

DECRETO de 30 de agosto de 1852. **Diário do Governo**. 206 (52-09-01) 383-385.

DECRETO de 9 de maio de 1906. **Diário do Governo**. 111 (06-05-18) 322-329.

DECRETO n.º 4667 de 14 de julho de 1918. **D.R. I Série**. 158 (18-07-15) 1400-1414.

DECRETO-LEI n.º 109/82. **D.R. I Série**. 82 (82-04-08) 849.

DECRETO-LEI n.º 131/2010. **D.R. 1.ª Série**. 240 (10-12-14) 5696-5698.

DECRETO-LEI n.º 149/2012. **D.R. 1.ª Série**. 134 (12-07-12) 3639-3645.

DECRETO-LEI n.º 18/2008. **D.R. I Série**. 20 (08-01-29) 753-852.

DECRETO-LEI n.º 223/2009. **D.R. 1.ª Série**. 177 (09-09-11) 6236.

DECRETO-LEI n.º 235/86. **D.R. I Série**. 188 (86-08-18) 2036-2074.

DECRETO-LEI n.º 278/2009. **D.R. 1.ª Série**. 192 (09-10-02) 7182-7186.

DECRETO-LEI n.º 405/93. **D.R. I Série - A**. 287 (93-12-10) 6845-6887.

DECRETO-LEI n.º 48871. **D.R. I Série**. 42 (69-02-19) 166-195.

DECRETO-LEI n.º 59/99. **D.R. I Série - A**. 51 (99-03-02) 1102-1156.

LEI n.º 3/2010. **D.R. 1.ª Série**. 81 (10-04-27) 1393-1394

LEI n.º 59/2008. **D.R. 1.ª Série**. 176 (08-09-11) 6526.

LEI n.º 64-B/2011. **D.R. 1.ª Série**. 250 (11-12-30) 5538-(56).

PORTARIA de 14 de abril de 1856. **Diário do Governo**. 88 (56-04-15) 128-135.

PORTARIA de 19 de março de 1861. **Diário de Lisboa**. 64 (61-03-20) 115-116.

PORTARIA de 28 de abril de 1887. **Diário do Governo**. 94 (87-04-29) 200-205.

PORTARIA n.º 701-A/2008. **D.R. 1.ª Série**. 145 (08-07-29) 5106-(3) – 5106-(13).

PORTARIA n.º 701-B/2008. **D.R. 1.ª Série**. 145 (08-07-29) 5106-(14).

PORTARIA n.º 701-C/2008. **D.R. 1.ª Série**. 145 (08-07-29) 5106-(14) – 5106-(15).

PORTARIA n.º 701-D/2008. **D.R. 1.ª Série**. 145 (08-07-29) 5106-(15) – 5106-(18).

PORTARIA n.º 701-E/2008. **D.R. 1.ª Série**. 145 (08-07-29) 5106-(19) – 5106-(23).

PORTARIA n.º 701-F/2008. **D.R. 1.ª Série**. 145 (08-07-29) 5106-(23) – 5106-(25).

PORTARIA n.º 701-G/2008. **D.R. 1.ª Série**. 145 (08-07-29) 5106-(25) – 5106-(36).

PORTARIA n.º 701-H/2008. **D.R. 1.ª Série**. 145 (08-07-29) 5106-(37) – 5106-(80).

PORTARIA n.º 701-I/2008. **D.R. 1.ª Série**. 145 (08-07-29) 5106-(80) – 5106-(81).

PORTARIA n.º 701-J/2008. **D.R. 1.ª Série**. 145 (08-07-29) 5106-(82) – 5106-(83).

PORTARIA n.º 7702 de 24 de outubro de 1933. **D.R. I Série**. 131 (33-10-24) 1782-1785.



## PÁGINAS DE INTERNET

Alves Ribeiro, SA- Disponível em WWW: <URL:  
<http://www.alvesribeiro.pt/apresentacao/historial/1>>.

ATAM - Associação dos Trabalhadores da Administração Local – Disponível em WWW:  
<URL: <http://www.atam.pt/noticias/54-noticias-atam/noticias-geral/1063-ccp-fluxogramas-dos-procedimentos>>.

Base: Contratos Públicos Online - Disponível em WWW: <URL:  
<http://www.base.gov.pt/base2/html/pesquisas/entidades.shtml>>.

Código dos Contratos Públicos - Disponível em WWW: <URL: [http://www.igf.min-financas.pt/inflegal/bd\\_igf/bd\\_legis\\_geral/leg\\_geral\\_docs/DL\\_018\\_2008\\_CODIGO\\_CONTRATOS\\_PUB\\_INDICE.htm](http://www.igf.min-financas.pt/inflegal/bd_igf/bd_legis_geral/leg_geral_docs/DL_018_2008_CODIGO_CONTRATOS_PUB_INDICE.htm)>.

Diário da República Eletrónico – Disponível em WWW: <URL: <http://dre.pt/>>.

Diretivas comunitárias - Disponível em WWW: <URL:  
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2004L0018:20100101:PT:PDF>>.

Gerador de preços - Disponível em WWW: <URL:  
<http://setubal.geradordeprecos.info/CTA/CTA010.html>>.

INCI: Instituto da Construção e do Imobiliário – Disponível em WWW: <URL:  
<http://www.inci.pt/Portugues/Paginas/INCIHome.aspx>>.

MARANGON, Prof. M. - Geotecnia de Fundações. Disponível em WWW:  
<URL:<http://www.ufjf.br/nugeo/files/2009/11/GF03-Par%C3%A2metros-dos-Solos-para-C%C3%A1culo-de-Funda%C3%A7%C3%B5es.pdf>>.

OOP: Observatório das Obras Públicas – Disponível em WWW: <URL:  
<http://www.base.gov.pt/oop/>>.

Sheet Piling, ArcelorMittal - Disponível em WWW: <URL:  
<http://www.arcelormittal.com/sheetpiling/page/index/name/usections>>.

Wikipédia, a enciclopédia livre - Disponível em WWW: <URL:  
[https://pt.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:P%C3%A1gina\\_principal](https://pt.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:P%C3%A1gina_principal)>.

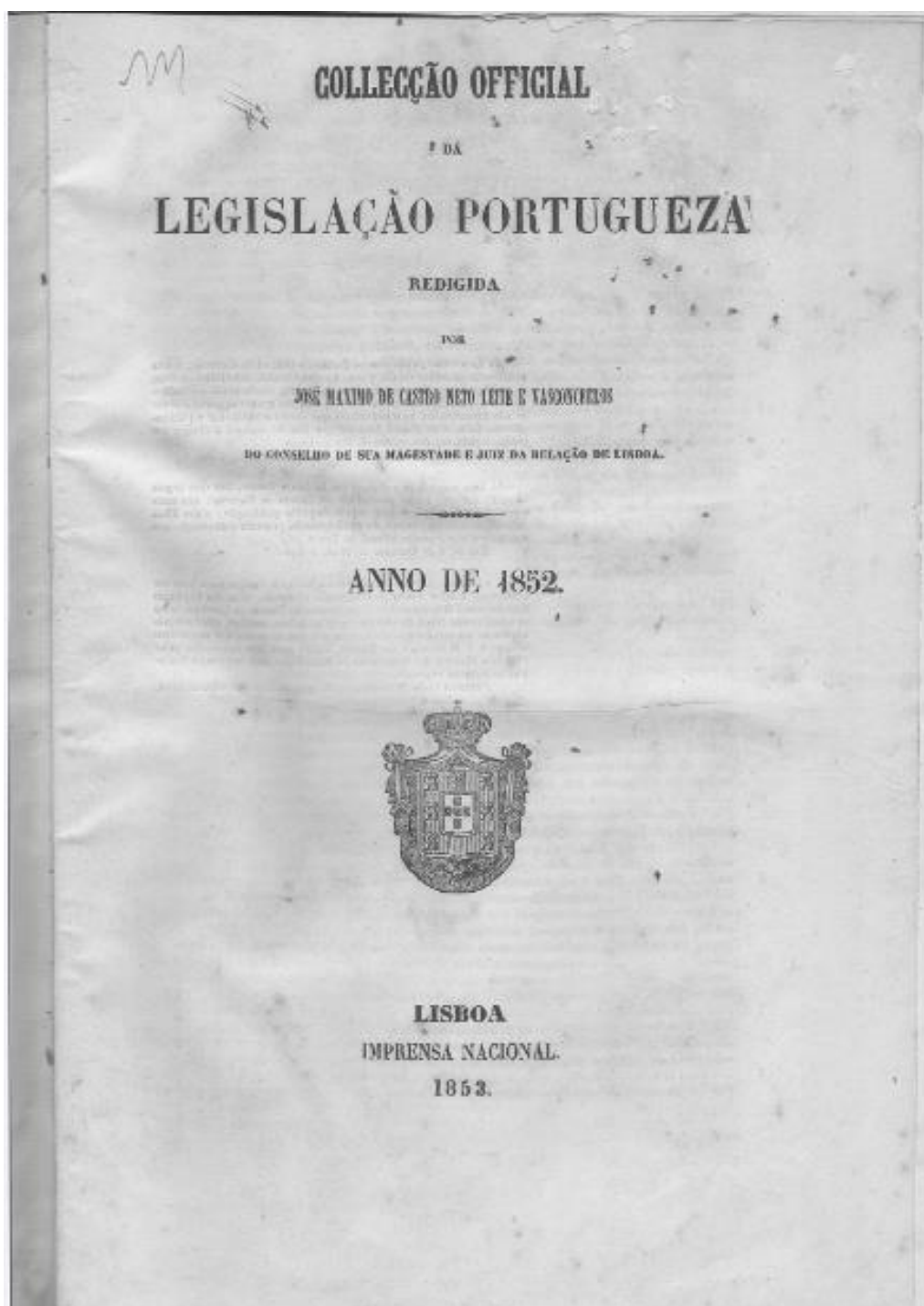


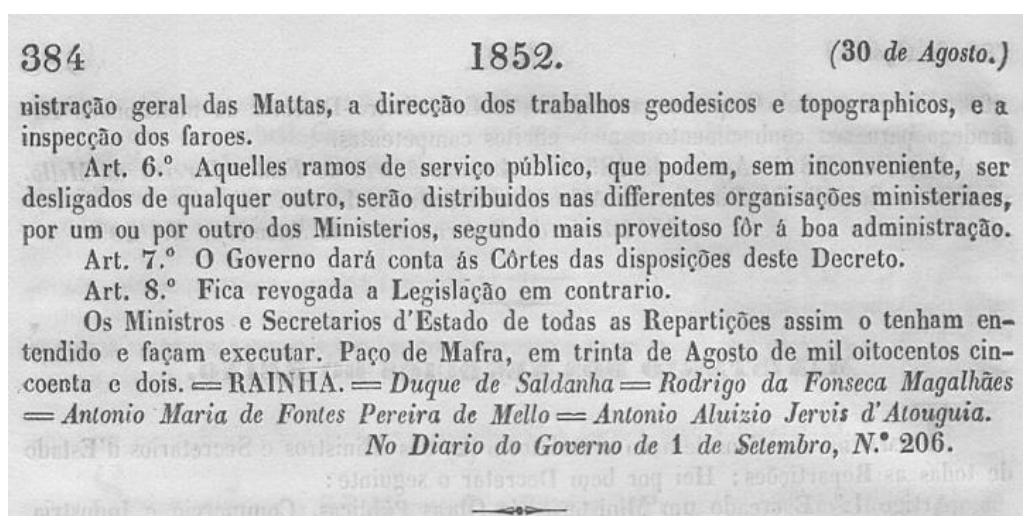
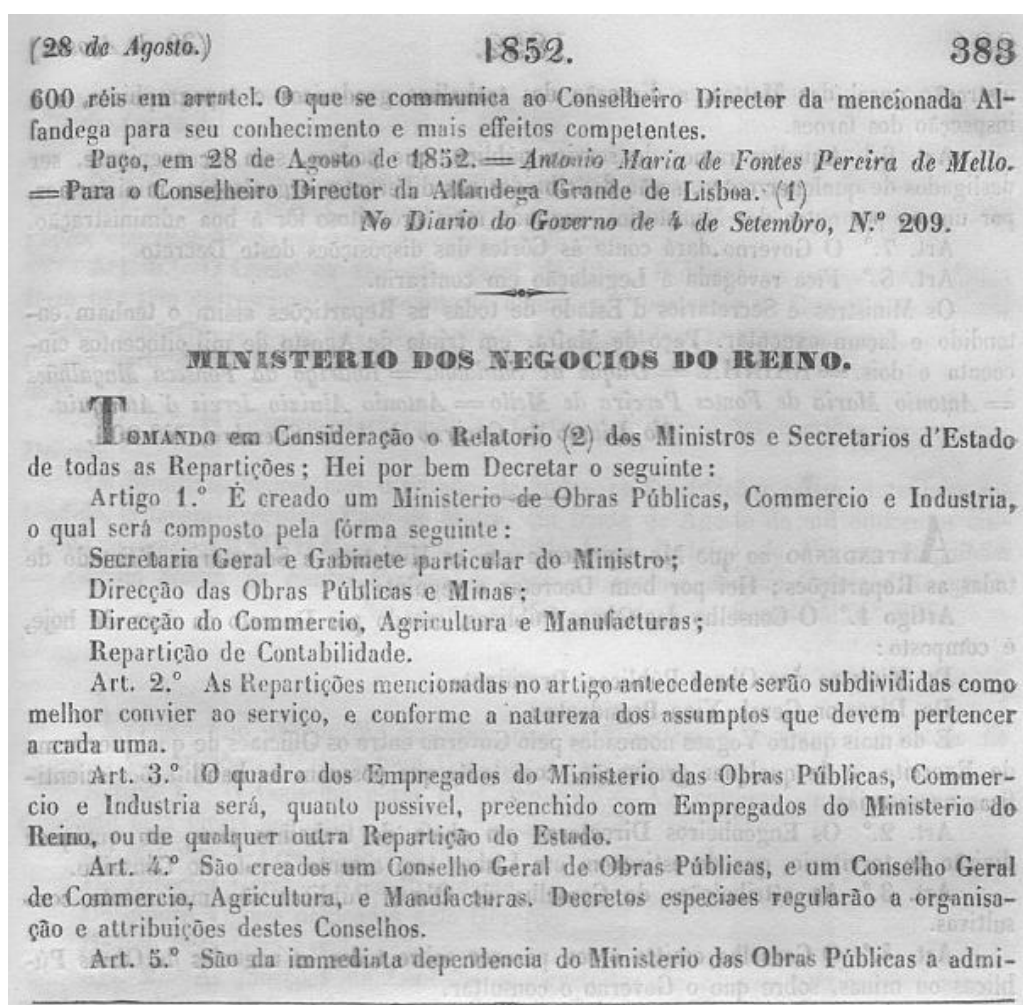
## **ANEXO I – PRIMEIROS DIPLOMAS DOS PROCEDIMENTOS DE OP**



*“Collecção Official da Legislação Portuguesa redigida por José Máximo de Castro Neto Leite e Vasconcellos, do Conselho de Sua Magestade e Juiz da Relação de Lisboa, Anno de 1852, Imprensa Nacional, Lisboa 1853”.*

**Extrato do Decreto de 30 de agosto de 1852, da Rainha D. Maria II**





ATTENDENDO ao que Me representaram os Ministros e Secretarios d'Estado de todas as Repartições; Hei por bem Decretar o seguinte:

Artigo 1.º O Conselho das Obras Públicas, creado por Decreto da data de hoje, é composto:

Do Ministro das Obras Públicas, Presidente;

Do Director Geral, Vice-Presidente;

E de mais quatro Vogaes nomeados pelo Governo entre os Officiaes de qualquer arma do Exercito, e de qualquer graduação, com tanto que possuam as habilitações scientificas necessarias.

Art. 2.º Os Engenheiros Directores em chefe de trabalhos civis em qualquer divisão de territorio, quando estiverem em Lisboa tem assento e voto no Conselho.

Art. 3.º As attribuições do Conselho de Obras Públicas são meramente consultivas.

Art. 4.º O Conselho emite o seu parecer sobre todos os negocios de Obras Públicas ou minas, sobre que o Governo o consultar.

(30 de Agosto.)

1852.

385

Art. 5.º O Conselho deve ser ouvido sobre quaesquer projectos de estradas de caminhos de ferro, pontes, dessecamentos de pantanos, canaes de navegação ou irrigação, classificação de estradas, e outros semelhantes.

Art. 6.º O Chefe da Direcção geral de Obras Públicas no competente Ministerio não tem accrescimo de vencimento algum por pertencer ao Conselho; os outros Vogaes vencerão o soldo das suas patentes, e a gratificação correspondente, como se fossem pertencentes ao corpo de Engenheiros, e estivessem em Commissão de actividade.

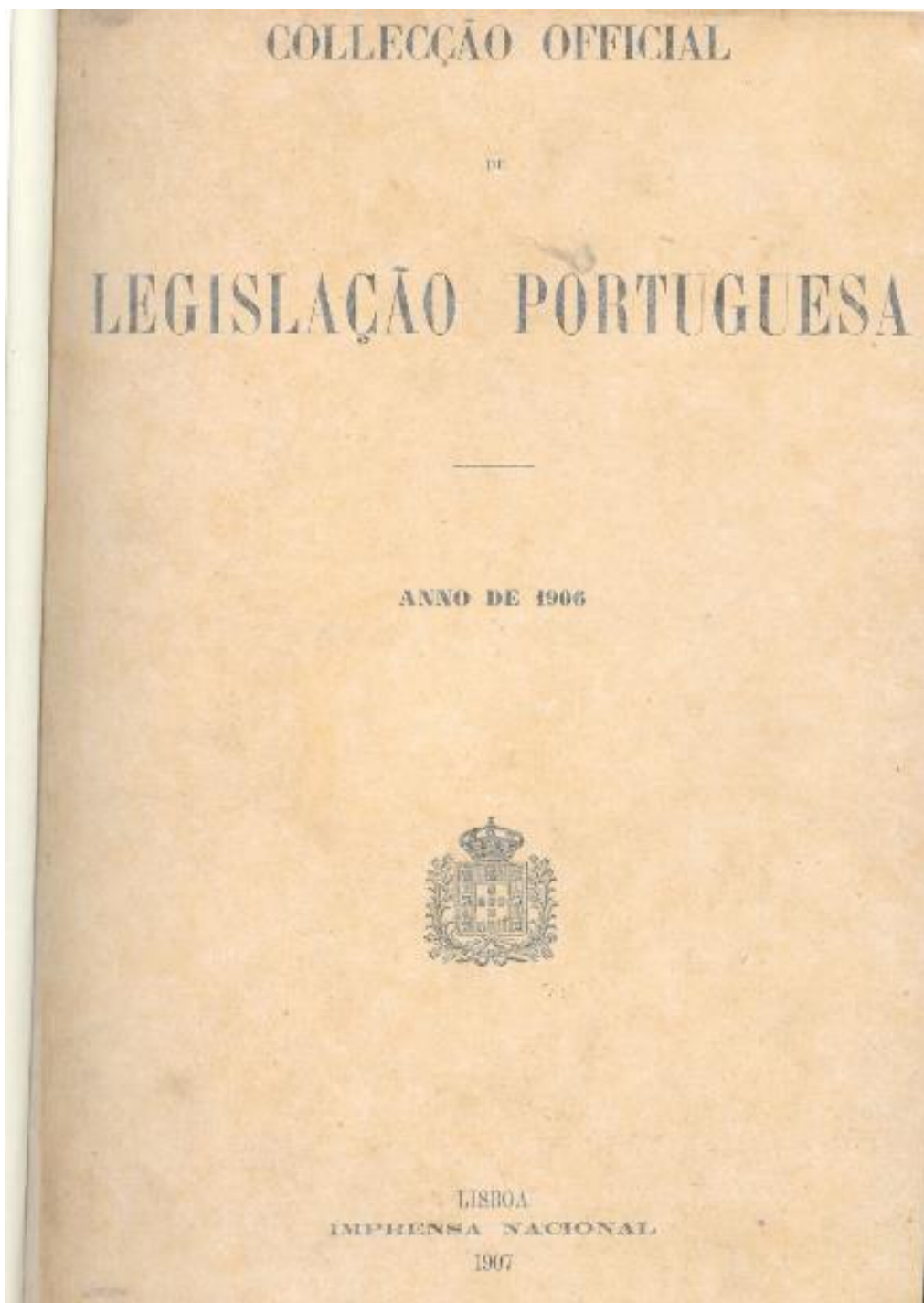
Art. 7.º O Governo dará conta ás Côrtes das disposições contidas no presente Decreto.

Os Ministros Secretarios d'Estado de todas as Repartições assim o tenham intendido, e façam executar. Paço de Mafra, em trinta de Agosto de mil oitocentos cincoenta e dois — RAINHA — Duque de Saldanha — Rodrigo da Fonseca Magalhães — Antonio Maria de Fontes Pereira de Mello — Antonio Aluizio Gervis d'Atouguia.

No Diario do Governo de 1 de Setembro, N.º 206.

*“Collecção Official da Legislação Portuguesa, Anno de 1906, Imprensa Nacional, Lisboa  
1907.”*

**Extrato do Decreto de 9 de maio de 1906**





D. do G. n.º 111, de 18 de maio de 1906.

## MINISTERIO DAS OBRAS PUBLICAS, COMMERCIO E INDUSTRIA

### Direcção Geral das Obras Publicas e Minas

#### Repartição de Obras Publicas

Senhor. — São datadas de 1887 as clausulas e condições geraes que regulam as empreitadas de obras publicas.

Neste já longo lapso de tempo tem a experiencia demonstrado, como era natural, a necessidade de se modificarem algumas das suas disposições e de se lhe additarem outras novas, especialmente reguladoras do fornecimento de materiaes, a que nem sempre se ajustavam bem prescrições que foram estabelecidas, tendo-se principalmente em vista a execução de obras.

Taes são as razões que me levam a formular um projecto de clausulas e condições geraes para empreitadas de obras publicas e fornecimento de materiaes.

Neste projecto foram attendidas as indicações da pratica, tendentes a acautelar pela melhor forma os interesses do Estado sem prejuizo dos legitimos direitos dos empreiteiros e fornecedores.

Harmonizaram-se tambem com as prescrições hoje estabelecidas, relativamente a pagamentos de obras publicas, as disposições das antigas clausulas e condições geraes, relativas a este importante assunto de administração.

Embora modesto, parece-me de utilidade o projecto de decreto que hoje tenho a honra de submeter ao elevado criterio de Vossa Majestade.

Secretaria de Estado dos Negocios das Obras Publicas, Commercio e Industria, em 9 de maio de 1906. — *José Gonçalves Pereira dos Santos.*

Attendendo ao que expõe o Ministro e Secretario de Estado dos Negocios das Obras Publicas, Commercio e Industria, relativamente á necessidade de modificar as disposições das clausulas e condições geraes para empreitadas, a que se refere a portaria de 28 de abril de 1887: hei por bem determinar que, em substituição das mencionadas clausulas e condições geraes, se adoptem as que baixam, com o presente decreto, assinadas pelo referido Ministro e Secretario de Estado.

O mesmo Ministro e Secretario de Estado assim o tenha entendido e faça executar. Paço, em 9 de maio de 1906. — REI. — *José Gonçalves Pereira dos Santos.*

---

Clausulas e condições geraes de empreitadas e fornecimentos  
de obras publicas



## **ANEXO II – ELEMENTOS DO CAPÍTULO 2**



## TABELAS: 1 a 6

Tabela 1 - Estrutura do Decreto de 9 de maio de 1906

CAPÍTULO	ASSUNTO	ARTIGO
I	Disposições Gerais	1.º – 5.º
II	Do empreiteiro e do seu pessoal	6.º – 14.º
III	Dos estaleiros, dos materiais e da execução de obra	15.º – 34.º
IV	Das alterações nas obras	35.º – 43.º
V	Do fornecimento de materiais, máquinas ou utensílios por contrato em hasta pública	44.º – 47.º
VI	Medições, contabilidade e pagamentos	48.º – 56.º
VII	Recepção das obras e sua liquidação	57.º – 65.º
VIII	Rescisão do contrato, reclamações e disposições diversas	66.º – 77.º

Tabela 2 - Estrutura do DL n.º48871.D.R. n.º42, Série I de 1969-02-19

CAPÍTULO	ASSUNTO	SECÇÕES	ARTIGO
I	Dos regimes de empreitadas de obras públicas	I a V	1.º – 42.º
II	Da formação de contrato	I a V	43.º – 113.º
III	Da execução da empreitada	I a VII	114.º – 175.º
IV	Dos pagamentos	I a III	176.º – 190.º
V	Da recepção e liquidação da obra	I a VII	191.º – 207.º
VI	Da rescisão e da resolução convencional da empreitada	-	208.º – 216.º
VII	Do contencioso dos contratos	-	217.º – 223.º
VIII	Disposições finais e transitórias	-	224.º – 226.º

**Tabela 3 - Estrutura do DL n.º 235/86. D.R. n.º 188, Série I de 1986-08-18**

CAPITULO	ASSUNTO	SECÇÕES	ARTIGO
I	Dos regimes de empreitadas de obras públicas	I a V	1.º – 47.º
II	Da formação de contrato	I a V	48.º – 117.º
III	Da execução da empreitada	I a VIII	118.º – 177.º
IV	Dos pagamentos	I a III	178.º – 193.º
V	Da recepção e liquidação da obra	I a VII	194.º – 210.º
VI	Da rescisão e da resolução convencional da empreitada	-	211.º – 219.º
VII	Do contencioso dos contratos	-	220.º – 231.º
VIII	Disposições finais e transitórias	-	232.º – 236.º

**Tabela 4 - Estrutura do DL n.º 405/93. D.R. n.º 287, Série 1 de 1993-12-10**

TÍTULO	ASSUNTO	CAPÍTULO	ARTIGO
I	Dos regimes de empreitadas de obras públicas	I a V	1.º – 46.º
II	Da formação de contrato	I a VI	47.º – 122.º
III	Da execução da empreitada	I a VIII	123.º – 181.º
IV	Dos pagamentos	I a III	182.º – 197.º
V	Da recepção e liquidação da obra	I a VII	198.º – 214.º
VI	Da rescisão e da resolução convencional da empreitada	-	215.º – 223.º
VII	Do contencioso dos contratos	-	224.º – 235.º
VIII	Disposições finais e transitórias	-	236.º – 241.º

**Tabela 5 - Estrutura do DL n.º 59/99. D.R. n.º 51, Série I-A de 1999-03-02**

TÍTULO	ASSUNTO	CAPÍTULO	ARTIGO
I	Disposições gerais	-	1.º – 7.º
II	Tipos de empreitadas	I a V	8.º – 46.º
III	Formação do contrato	I a VII	47.º – 139.º
IV	Execução da empreitada	I a VIII	140.º – 201.º
V	Pagamentos	I a III	202.º – 216.º
VI	Recepção e liquidação da obra	I a VII	217.º – 233.º
VII	Rescisão e resolução convencional da empreitada	-	234.º – 242.º
VIII	Concessões de obras públicas	-	243.º – 252.º
IX	Contencioso dos contratos	-	253.º - 264.º
X	Subempreitadas	-	265.º - 272.º
XI	Disposições finais		273.º - 278.º

**Tabela 6 - Dados dos diplomas: regime das empreitadas de obras públicas**

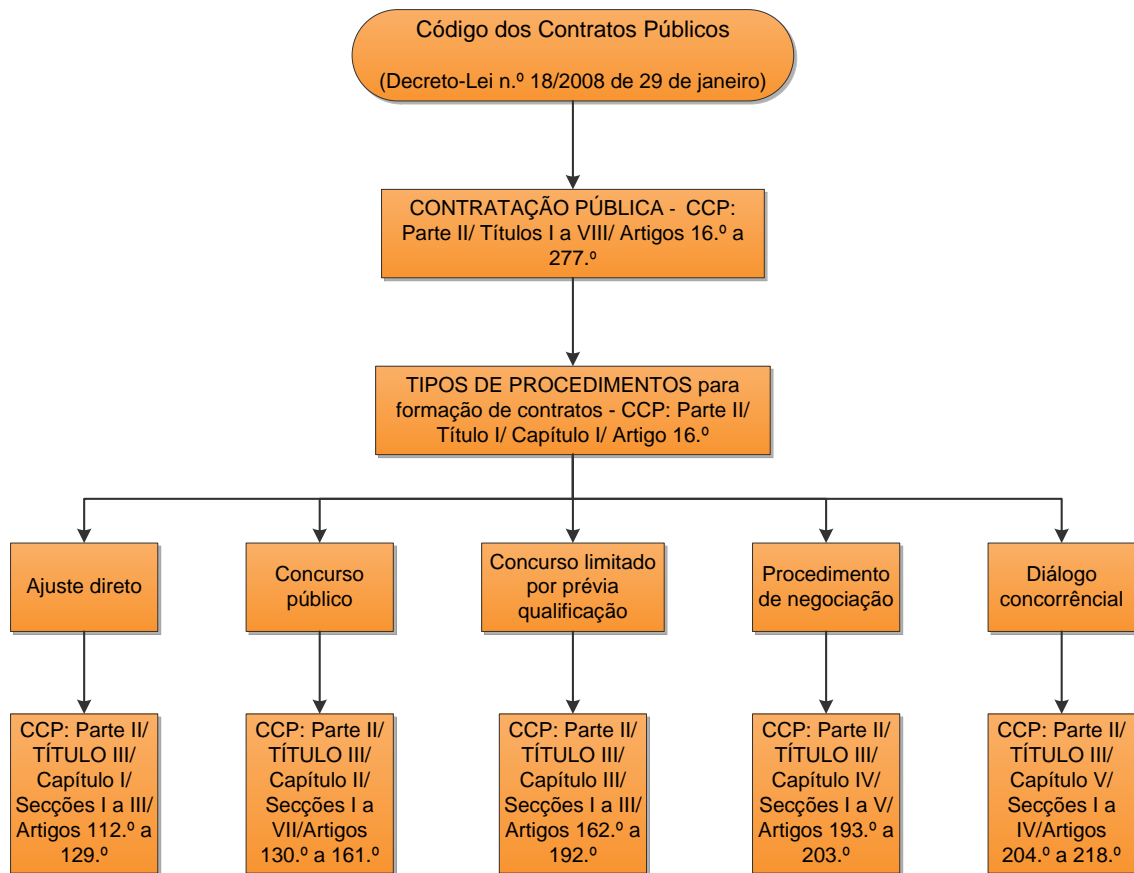
Capítulos/ Títulos	D. 9 Maio de 1906	DL 47871	DL 235/86	DL 405/93	DL 59/99
I	5	42	47	46	7
II	9	71	70	76	39
III	20	62	60	59	93
IV	9	15	16	16	62
V	4	17	17	17	15
VI	9	9	9	9	17
VII	9	7	12	12	9
VIII	12	3	5	6	10
IX	-	-	-	-	12
X	-	-	-	-	8
XI	-	-	-	-	6
<b>Total de artigos</b>	<b>77</b>	<b>226</b>	<b>236</b>	<b>241</b>	<b>278</b>

### **ANEXO III – ELEMENTOS DO CAPÍTULO 3**

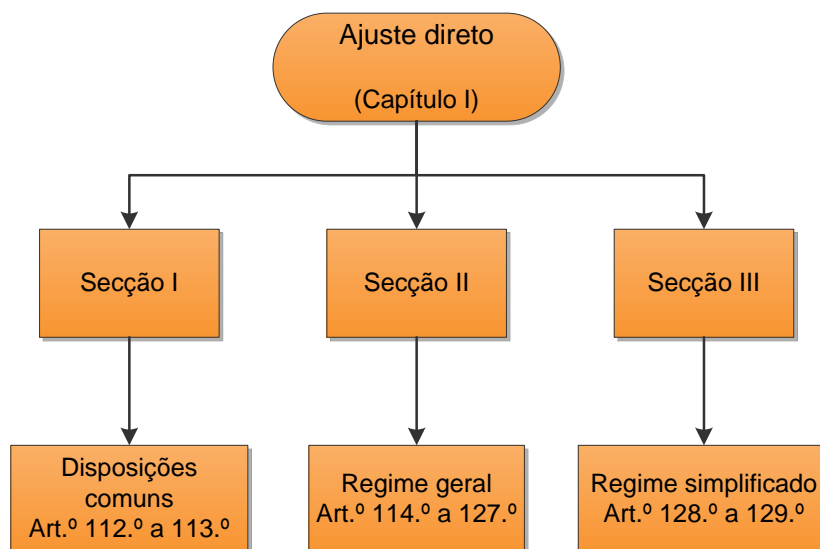




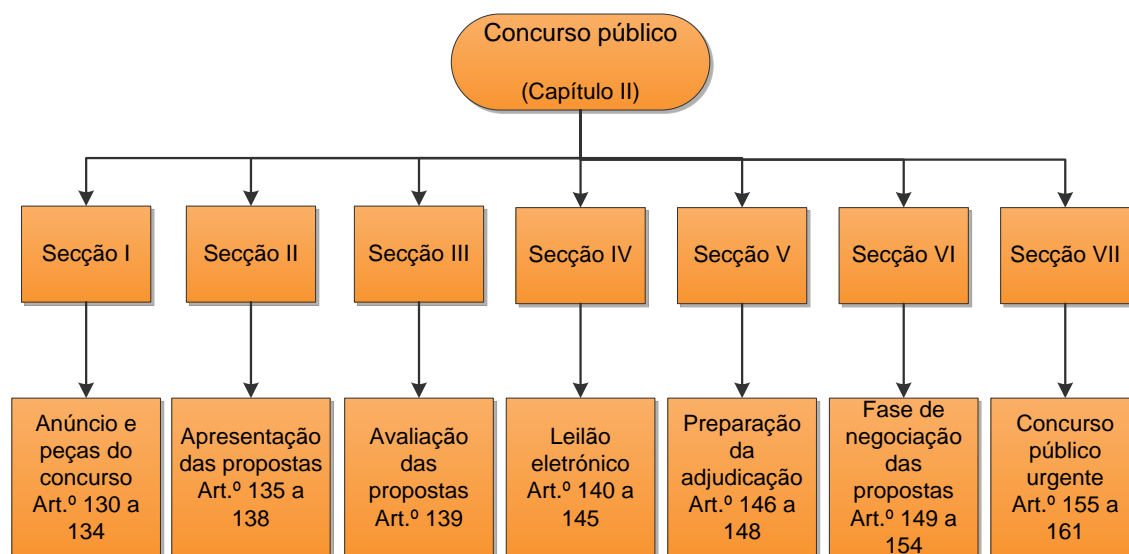
**FIGURAS: 3 a 8**



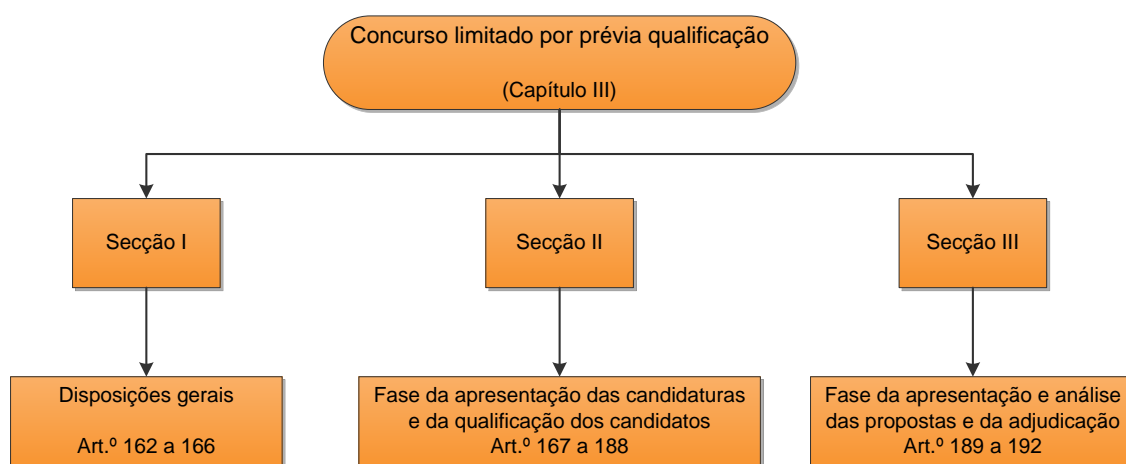
**Figura 3 - Diagrama: CCP tipos de procedimentos**



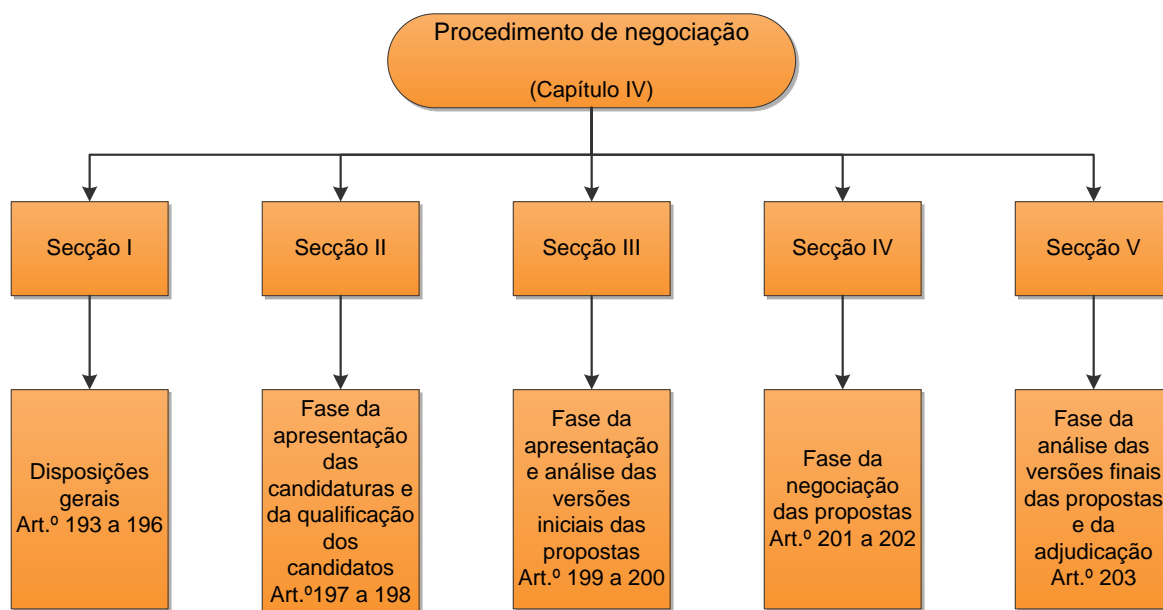
**Figura 4 - Diagrama: Ajuste direto**



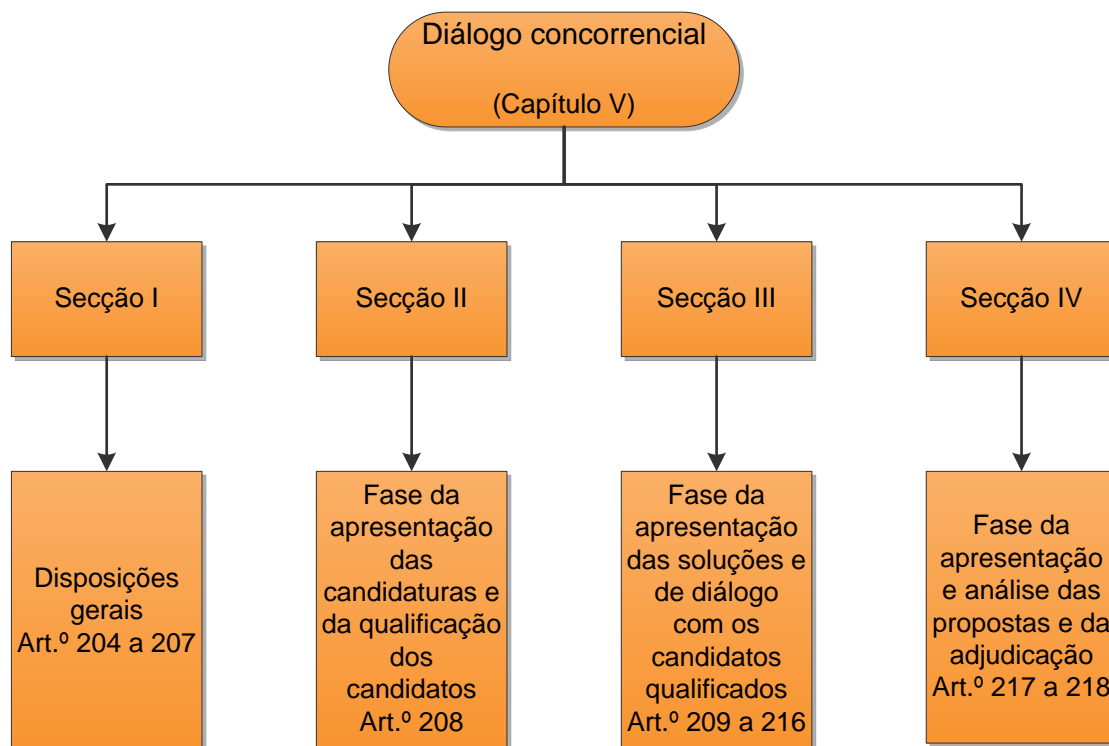
**Figura 5 - Diagrama: Concurso público**



**Figura 6 - Diagrama: Concurso limitado por prévia qualificação**



**Figura 7 - Diagrama: Procedimento por negociação**



**Figura 8 - Diagrama: Diálogo concorrencial**

## TABELAS: 7 a 15

**Tabela 7 - Tipos de peças dos procedimentos de formação de contrato [Fonte: Tiago Mota – Guia Teórico/Prático-Código dos Contratos Público]**

Procedimentos pré-contratuais	Tipos de peças do procedimento
<b>Ajuste direto - art.º 40º a)</b>	- Convite à apresentação de propostas; - Caderno de encargos.
<b>Concurso público - art.º 40º b)</b>	- Programa do procedimento; - Caderno de encargos.
<b>Concurso limitado por prévia qualificação - art.º 40º c)</b>	- Programa do procedimento; - Convite à apresentação de propostas; - Caderno de encargos.
<b>Procedimento de negociação – art.º 40º d)</b>	- Programa do procedimento; - Convite à apresentação de propostas; - Caderno de encargos.
<b>Diálogo concorrencial - art.º 40º e)</b>	- Programa do procedimento; - Convite à apresentação de soluções; - Convite à apresentação de propostas; - Memória descritiva; - Caderno de encargos.

**Tabela 8 - Estrutura do DL n.º 18/2008. D.R. n.º 20, Série I de 2008-01-29**

CAPÍTULO	ASSUNTO	ARTIGO
I	Disposições Gerais	1.º – 4.º
II	Disposições complementares	5.º – 8.º
III	Disposições transitórias	9.º – 13.º
IV	Disposições finais	14.º – 18.º
PARTE	ANEXO – CÓDIGO DOS CONTRATOS PÚBLICOS	
I	Disposições gerais – Âmbito de aplicação	1.º – 15.º
II	Contratação pública	16.º – 277.º
III	Regime substantivo dos contratos administrativos	278.º - 454.º
IV	Regime contra - ordenacional	455.º - 464.º
V	Disposições finais	465.º - 473.º

**Tabela 9 - Primeira alteração ao CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro**

Lei n.º 59/2008, de 11 de setembro – Primeira alteração			
Artigo do CCP	Alterado: alínea (s)	Revogado: alínea (s)	Aditado: artigo
Art.º 4.º	2a)	-	-

**Tabela 10 - Segunda alteração ao DL 18/2008 de 29 de janeiro**

Decreto - Lei n.º 223/2009, de 11 de setembro – Segunda alteração			
Artigo do DL 18/2008	Alterado: alínea (s)	Revogado: alínea (s)	Aditado: artigo
Art.º 9.º	1)	-	-

**Tabela 11 - Terceira alteração ao CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro**

DL 278/2009 de 2 de outubro – Terceira alteração			
Artigo do CCP	Alterado: alínea (s)	Revogado: alínea (s)	Aditado: artigo
Art.º 2.º	2a)	2c)	-
Art.º 5.º	3)	-	-
Art.º 55.º	a), g)	-	-
Art.º 57.º	2c)	-	-
Art.º 58.º	4)	-	-
Art.º 83.º	1), 2), 3), 4), 5)	-	Art.º 83.º- A
Art.º 86.º	1c), 2), 3), 4), 5)	-	-
Art.º 113.º	5)	-	-
Art.º 115.º	j)	-	-
Art.º 118.º	1), 2), 3)	-	-
Art.º 132.º	f), g), h)	-	-
Art.º 164.º	g)	-	-
Art.º 180.º	2)	-	-
Art.º 186.º	1)	-	-
Art.º 295.º	7)	-	-
Art.º 361.º	3)	-	-
Art.º 370.º	3)	-	-
Art.º 373.º	2)	-	-
Art.º 381.º	1)	-	-
Art.º 394.º	5)	-	-

**Tabela 12 - Quarta alteração ao CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro**

Lei n.º 3/2010, de 27 de abril – Quarta alteração			
Artigo do CCP	Alterado: alínea (s)	Revogado: alínea (s)	Aditado: artigo
Art.º 299.º	1a) 1b) 1c) 1d) 2) 3) 4)	-	Art.º 299.º - A
Art.º 326.º	2) 3) 4) 5) 6)	-	-

**Tabela 13 - Quinta alteração ao CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro**

Decreto – Lei n.º 131/2010, de 14 de dezembro – Quinta alteração			
Artigo do CCP	Alterado: alínea (s)	Revogado: alínea (s)	Aditado: artigo
Art.º 77.º	1)	-	-
Art.º 78.º	-	-	Art.º 78.º- A
Art.º 95.º	4a) 4d)	4b)	-
Art.º 104.º	1a) 2a) 2d)	2b)	-
Art.º 283.º	-	-	Art.º 283.º- A
Art.º 472.º	3) 4)	-	-

**Tabela 14 - Sexta alteração ao CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro**

Lei n.º 64-B/2011, de 30 de dezembro – Sexta alteração			
Artigo do CCP	Alterado: alínea (s)	Revogado: alínea (s)	Aditado: artigo
Art.º 127.º	2) 3)	-	-

**Tabela 15 - Sétima alteração ao CCP, aprovado pelo DL 18/2008 de 29 de janeiro**

Decreto - Lei n.º 149/2012, de 12 de julho – Sétima alteração			
Artigo do CCP	Alterado: alínea (s)	Revogado: alínea (s)	Aditado: artigo
Art.º 2.º	1e) 2a) i)	3)	-
Art.º 5.º	4i) 7)	3)	-
Art.º 19.º	a)	-	-
Art.º 20.º	1a)	4)	-
Art.º 27.º	-	1f) 7)	-
Art.º 31.º	1)	-	-
Art.º 42.º	-	7) 8) 9) 10)	-
Art.º 43.º	1) 2) 3) 5)	-	-
Art.º 55.º	f) j)	-	-
Art.º 58.º	-	4)	-
Art.º 61.º	1) 2) 3) 4) 5) 6) 7)	-	-
Art.º 86.º	1c)	-	-
Art.º 114.º	2)	-	-
Art.º 126.º	-	Art.º 126.º	-
Art.º 146.º	-	2j)	-
Art.º 219.º	1)	-	-
Art.º 276.º	4c)	-	-
Art.º 370.º	2a) 2b) 2c)	2d) 3)	-
Art.º 376.º	1) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9)	-	-
Continua na página seguinte			



Procedimentos e dinâmicas inerentes ao processo dos concursos públicos e à  
realização de “Empreitadas de Obras Públicas, em Portugal”

---

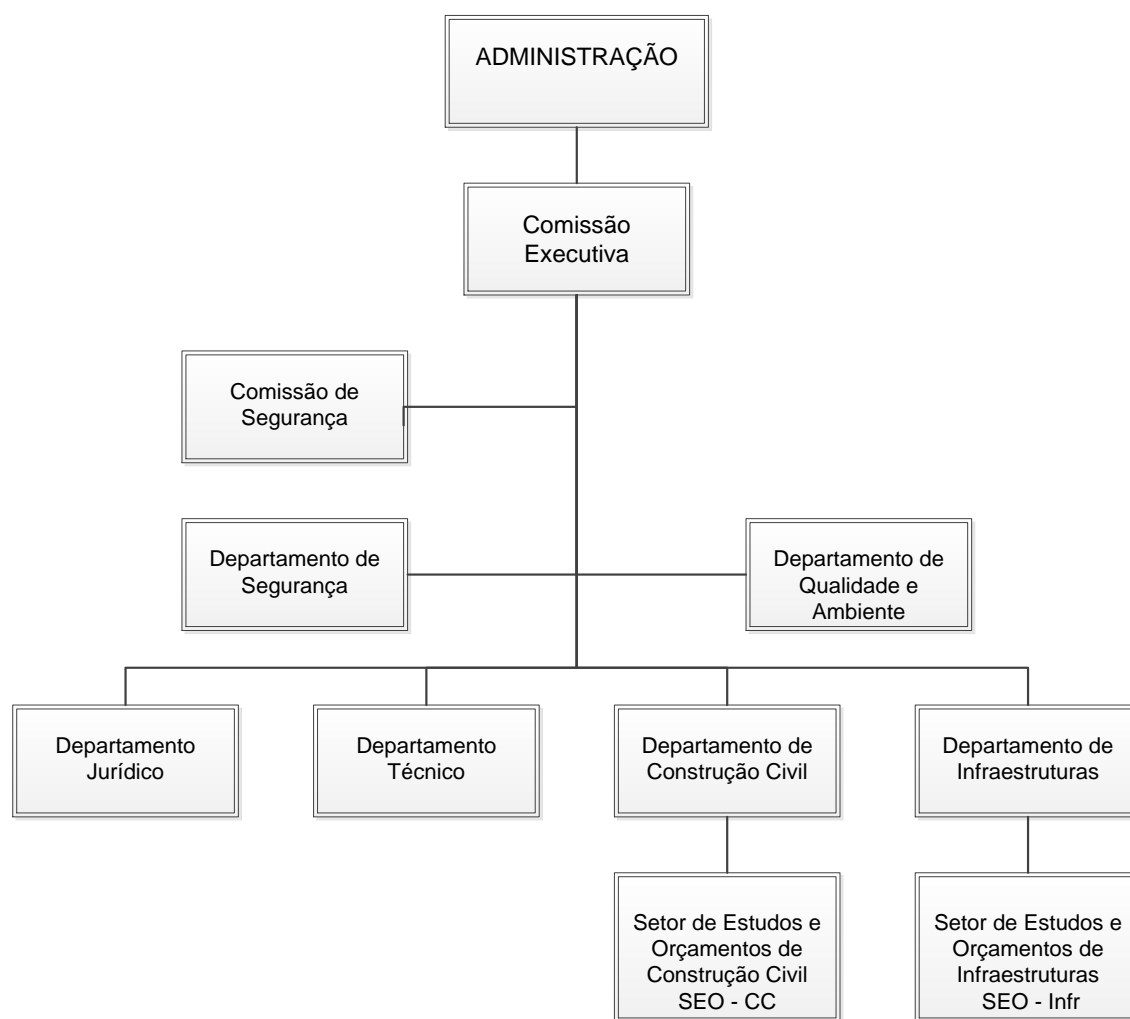
Decreto - Lei n.º 149/2012, de 12 de julho – Sétima alteração (continuação)			
Art.º 377.º	2a) 2b) 2d)	-	-
Art.º 378.º	3) 4)	-	-
Art.º 454.º	1b) 2a) 2b) 2c)	2d)	-
Art.º 465.º	1) 2)	-	-
Anexos	I,II,IV,V	-	-



## **ANEXO IV – ELEMENTOS DO CAPÍTULO 4**



**FIGURAS: 9 a 29**



**Figura 9 - Organograma parcial: Estrutura da empresa [Fonte: Alves Ribeiro, S.A.]**

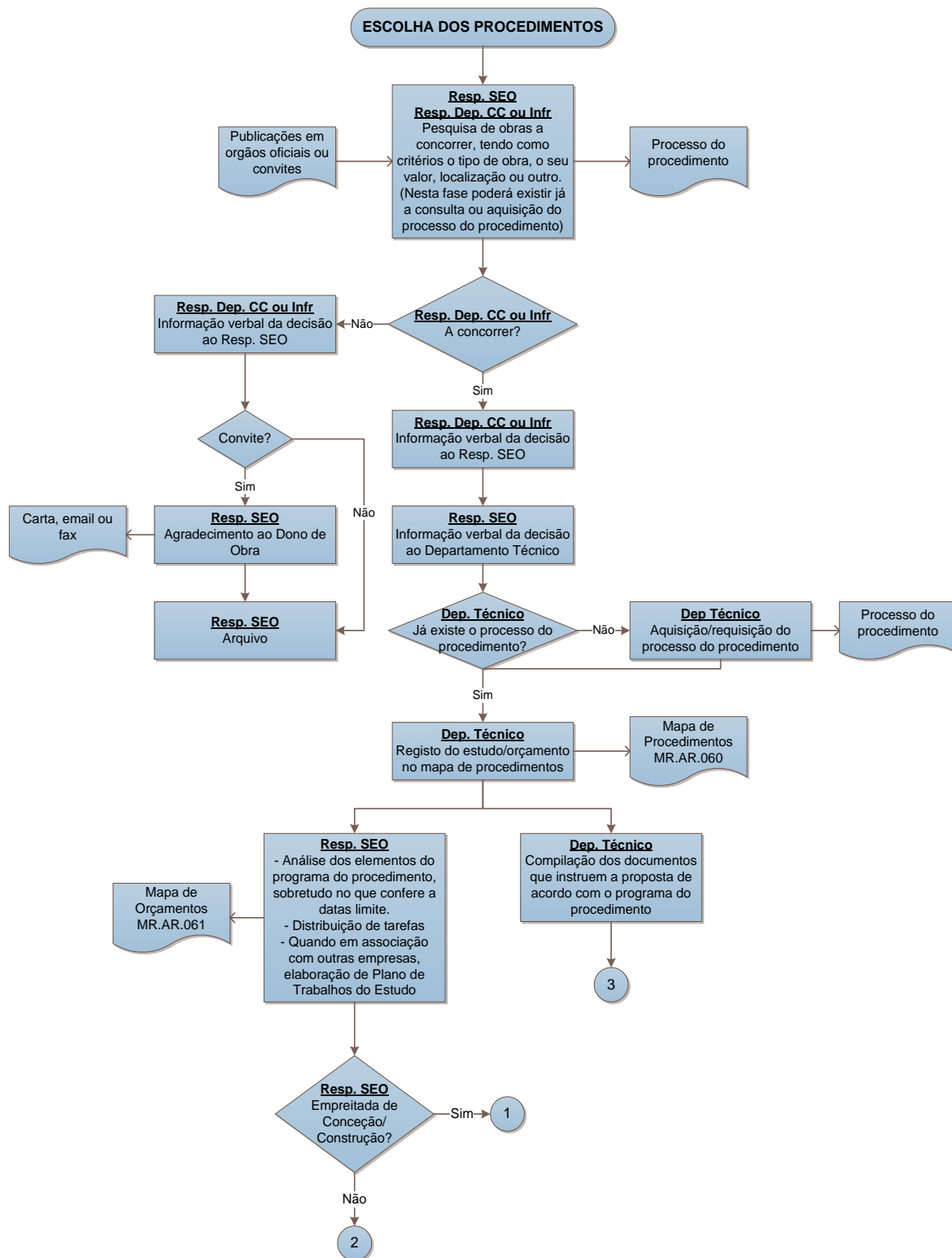


Figura 10 - Fluxograma: Escolha dos procedimentos [Fonte: Alves Ribeiro, S.A.]

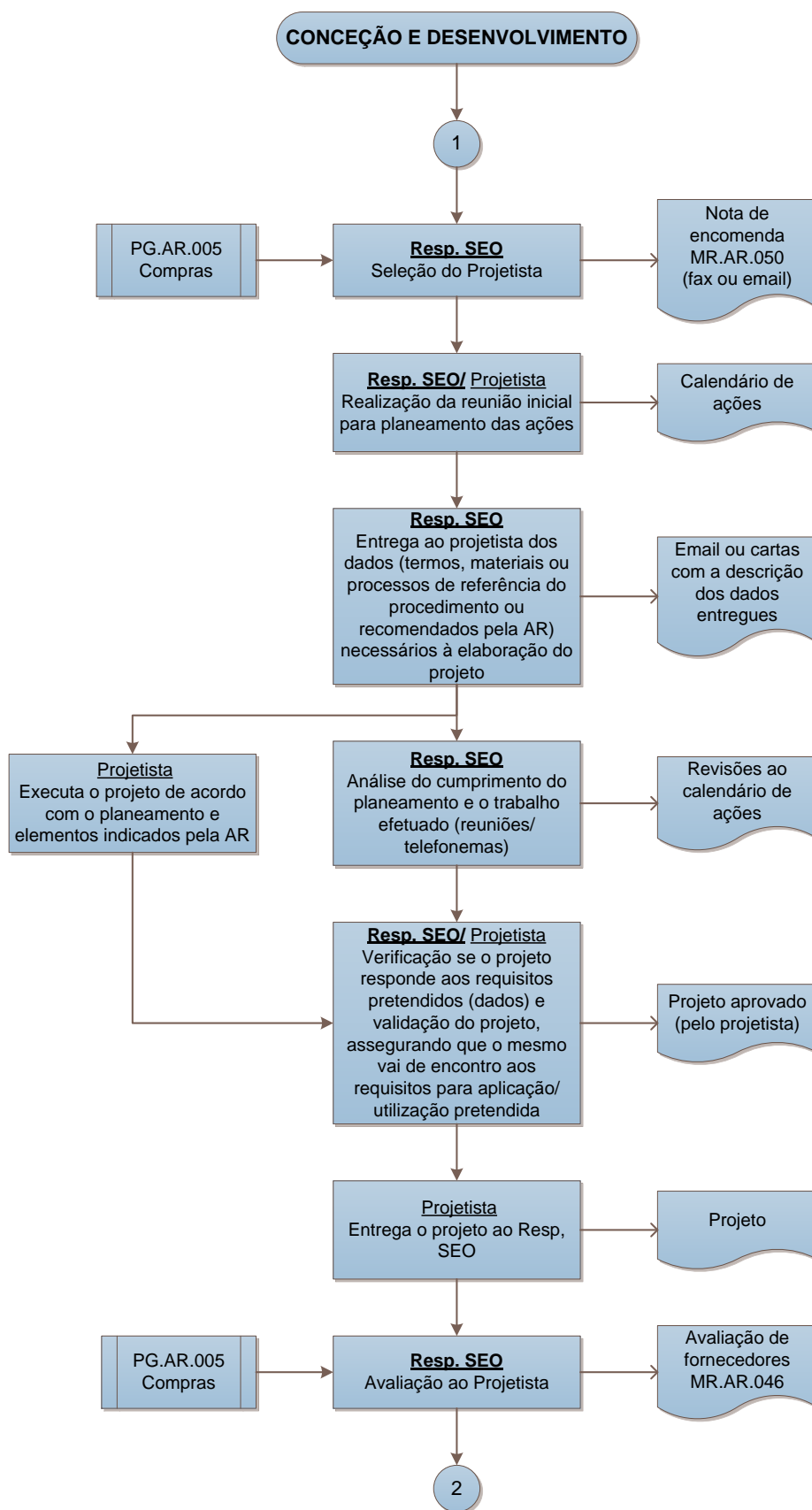


Figura 11 - Fluxograma: Conceção e desenvolvimento [Fonte: Alves Ribeiro, S.A.]

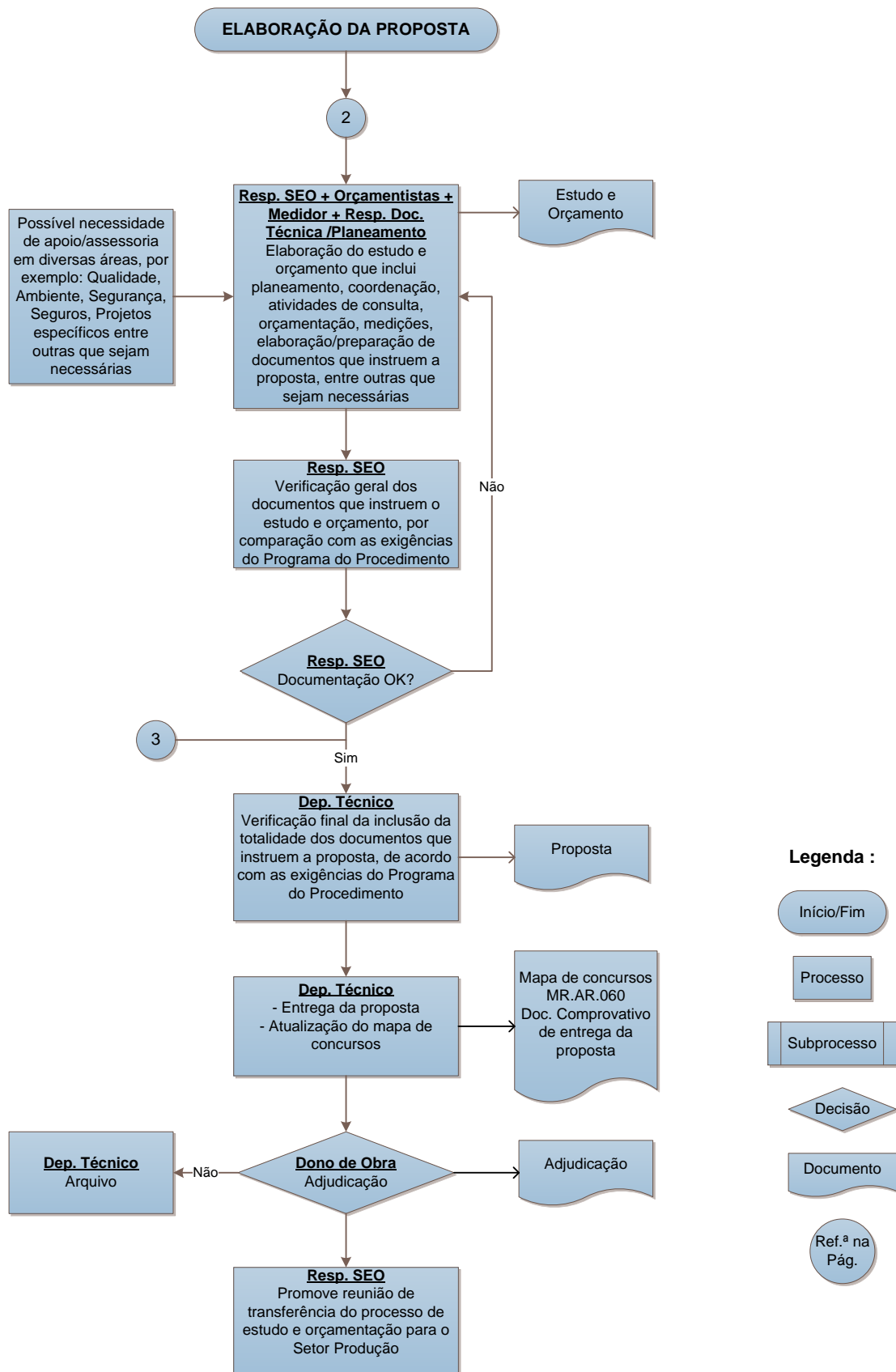


Figura 12 - Fluxograma: Elaboração da proposta [Fonte: Alves Ribeiro, S.A.]



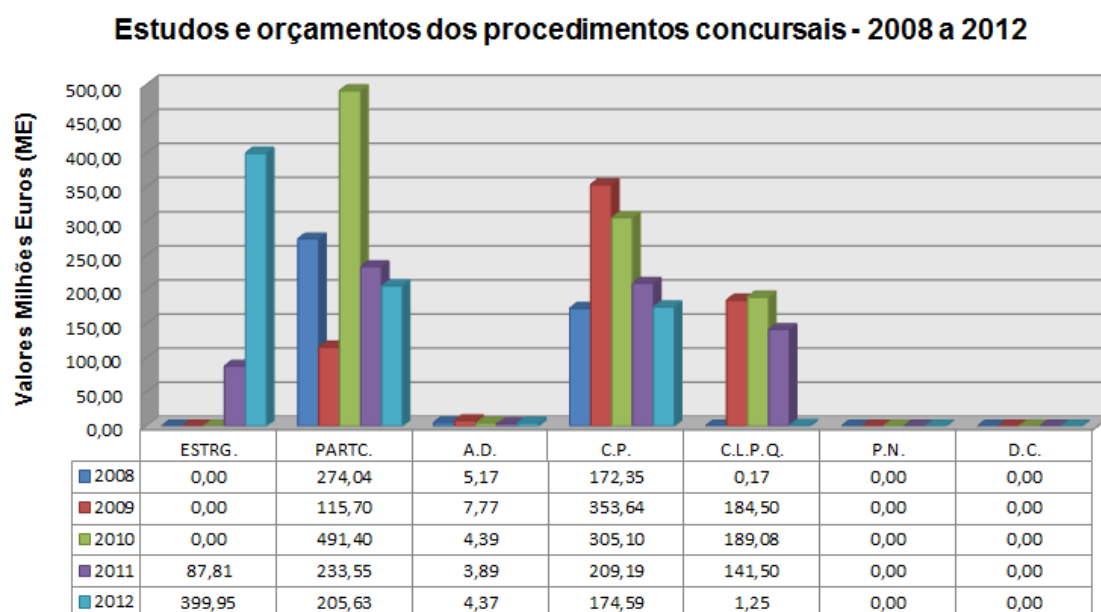


Figura 13 - Distribuição dos estudos e orçamentos: 2008-2012

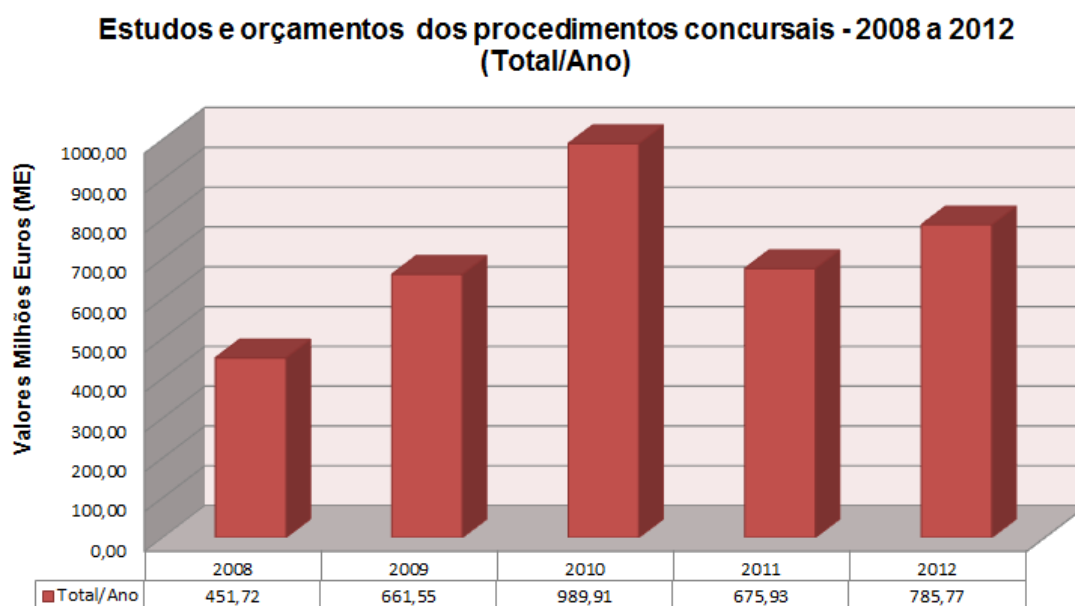


Figura 14 - Distribuição de valores anuais dos estudos e orçamentos

### Estudos e orçamentos dos procedimentos concursais - 2008 a 2012 (Total / Procedimento)

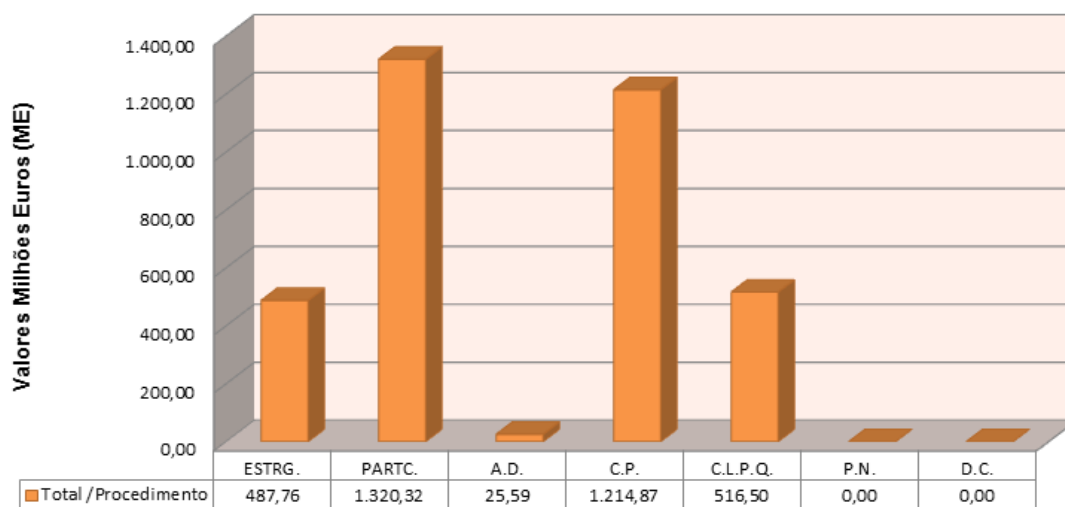


Figura 15 - Distribuição de valores por procedimento

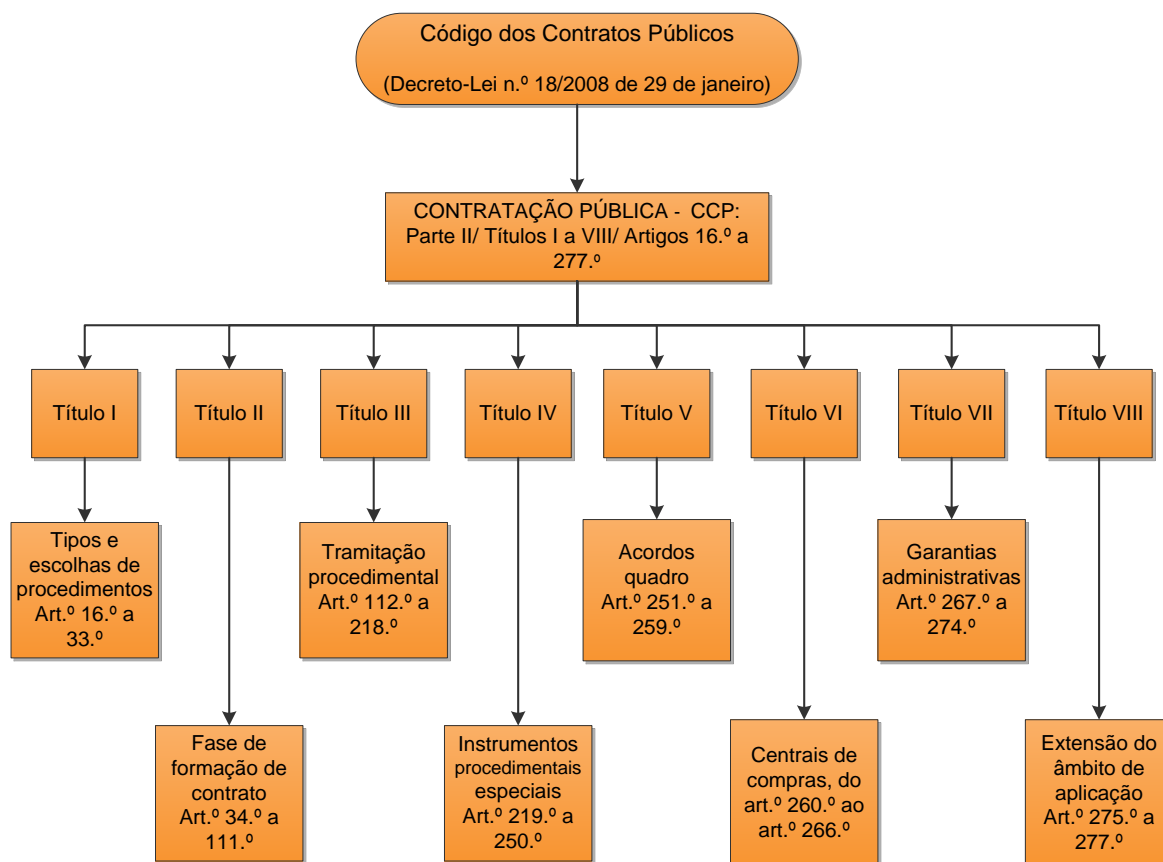
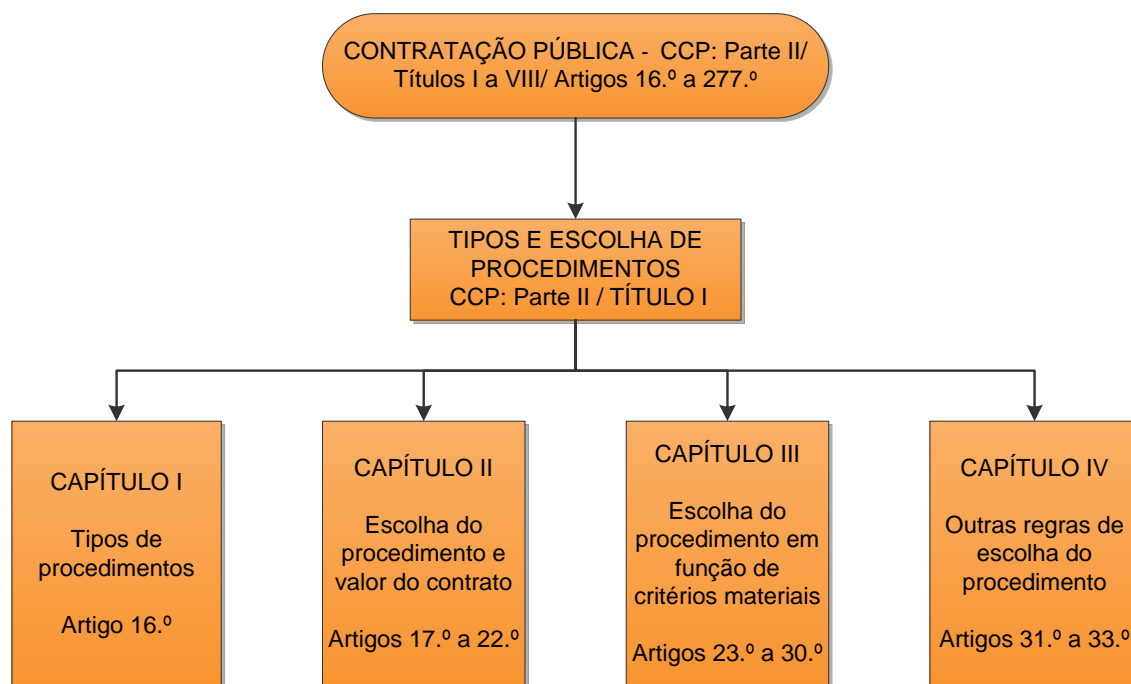
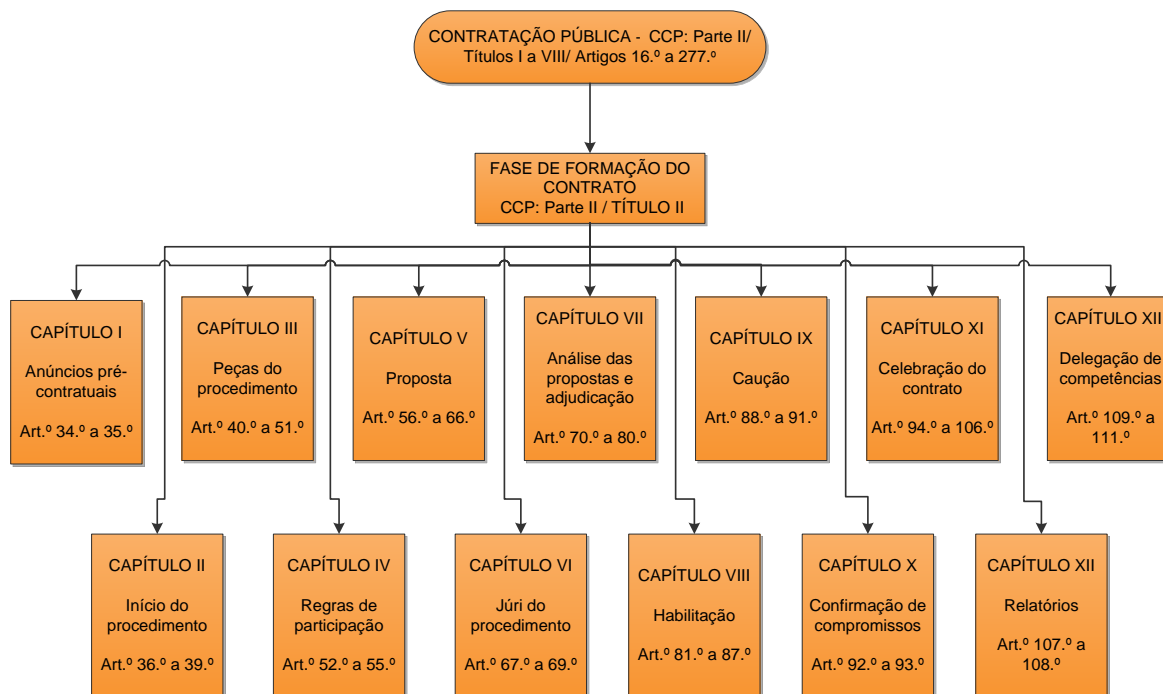


Figura 16 - Diagrama: Contratação pública, Parte II do CCP



**Figura 17 - Diagrama: Tipos e escolha de procedimentos**



**Figura 18 - Diagrama: Formação do contrato**

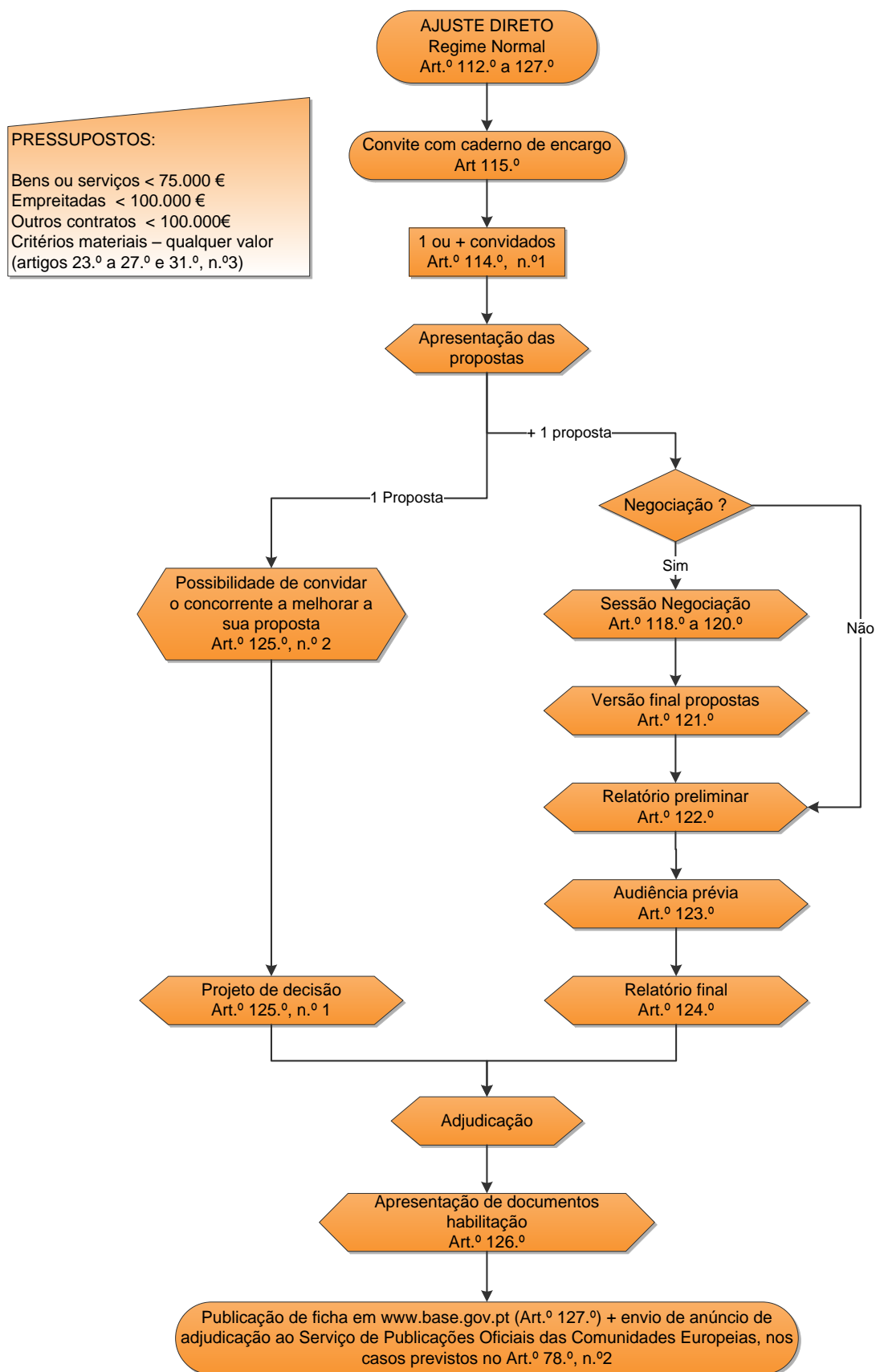
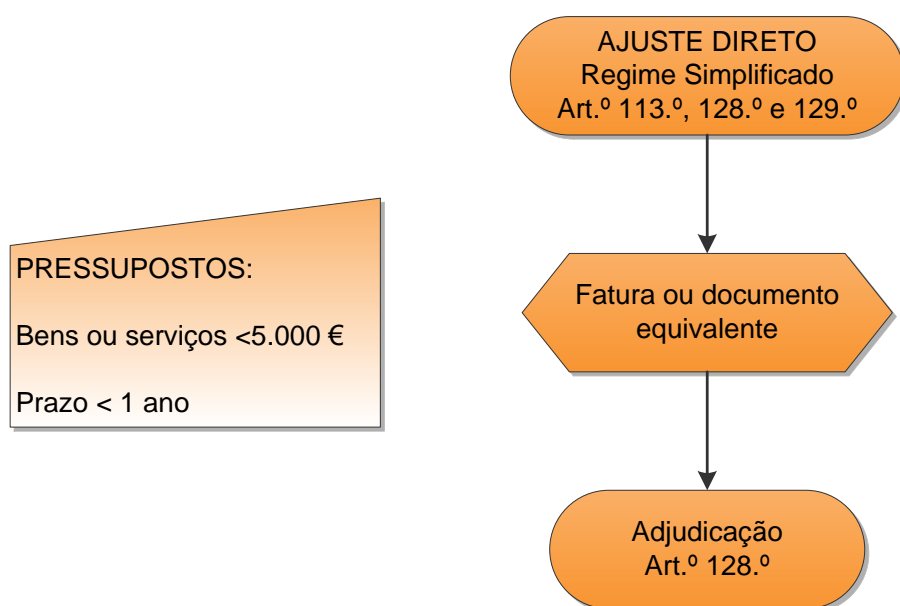


Figura 19 - Fluxograma: Ajuste direto normal [Fonte: ATAM]



**Figura 20 - Fluxograma: Ajuste direto simplificado**

Procedimentos e dinâmicas inerentes ao processo dos concursos públicos e à realização de “Empreitadas de Obras Públicas, em Portugal”

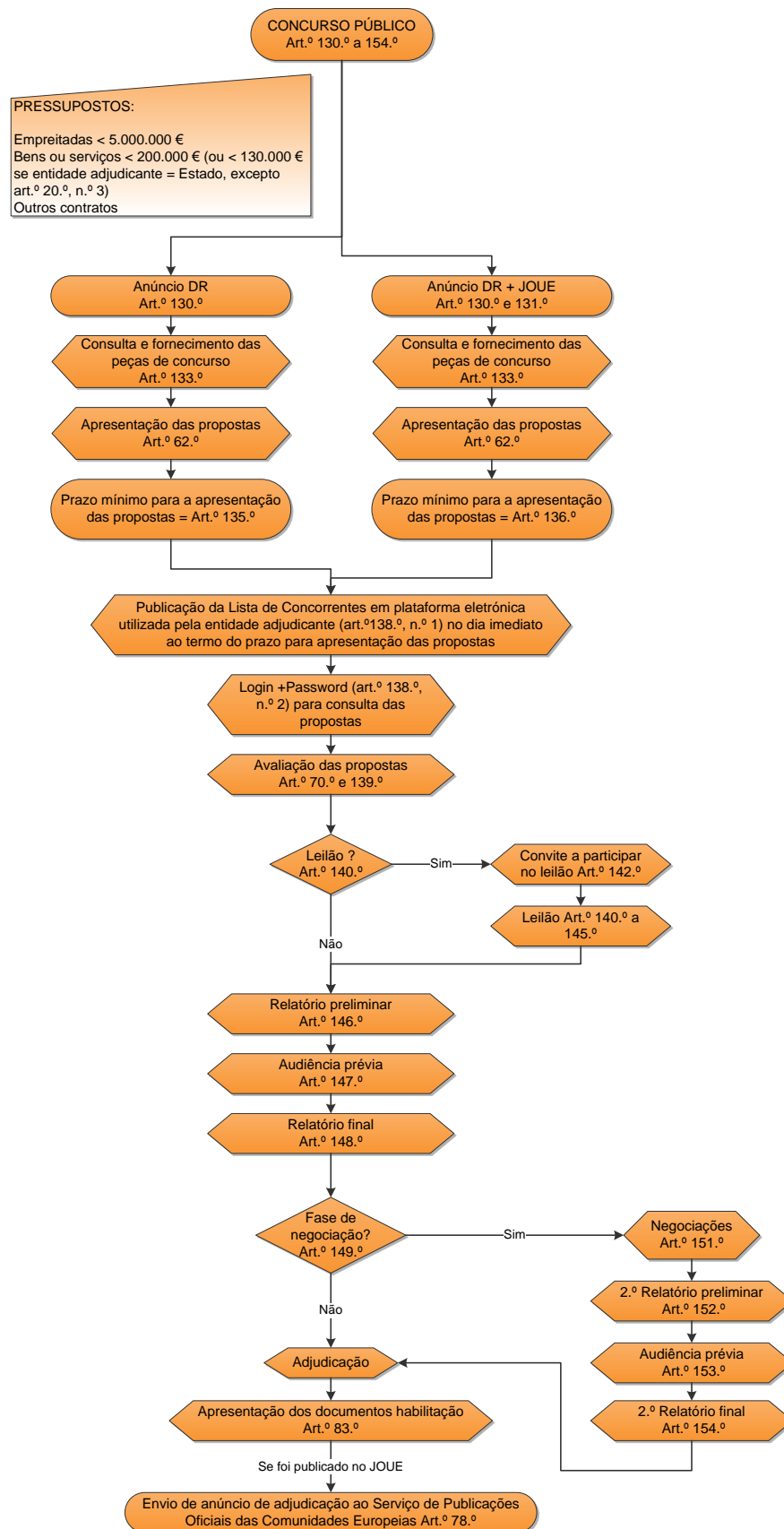


Figura 21 - Fluxograma: Concurso público [Fonte: ATAM]

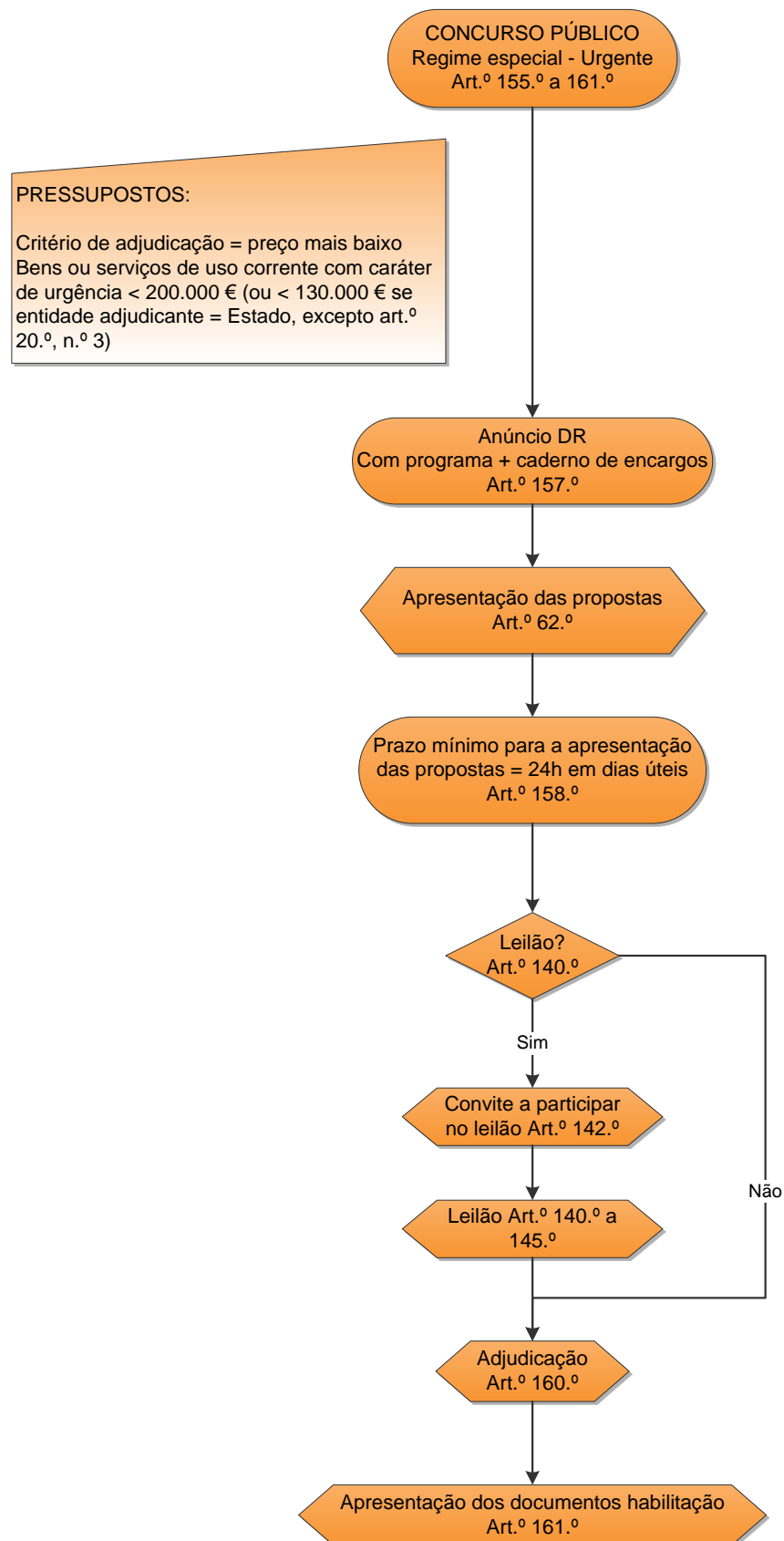


Figura 22 - Fluxograma: Concurso público urgente [Fonte: ATAM]

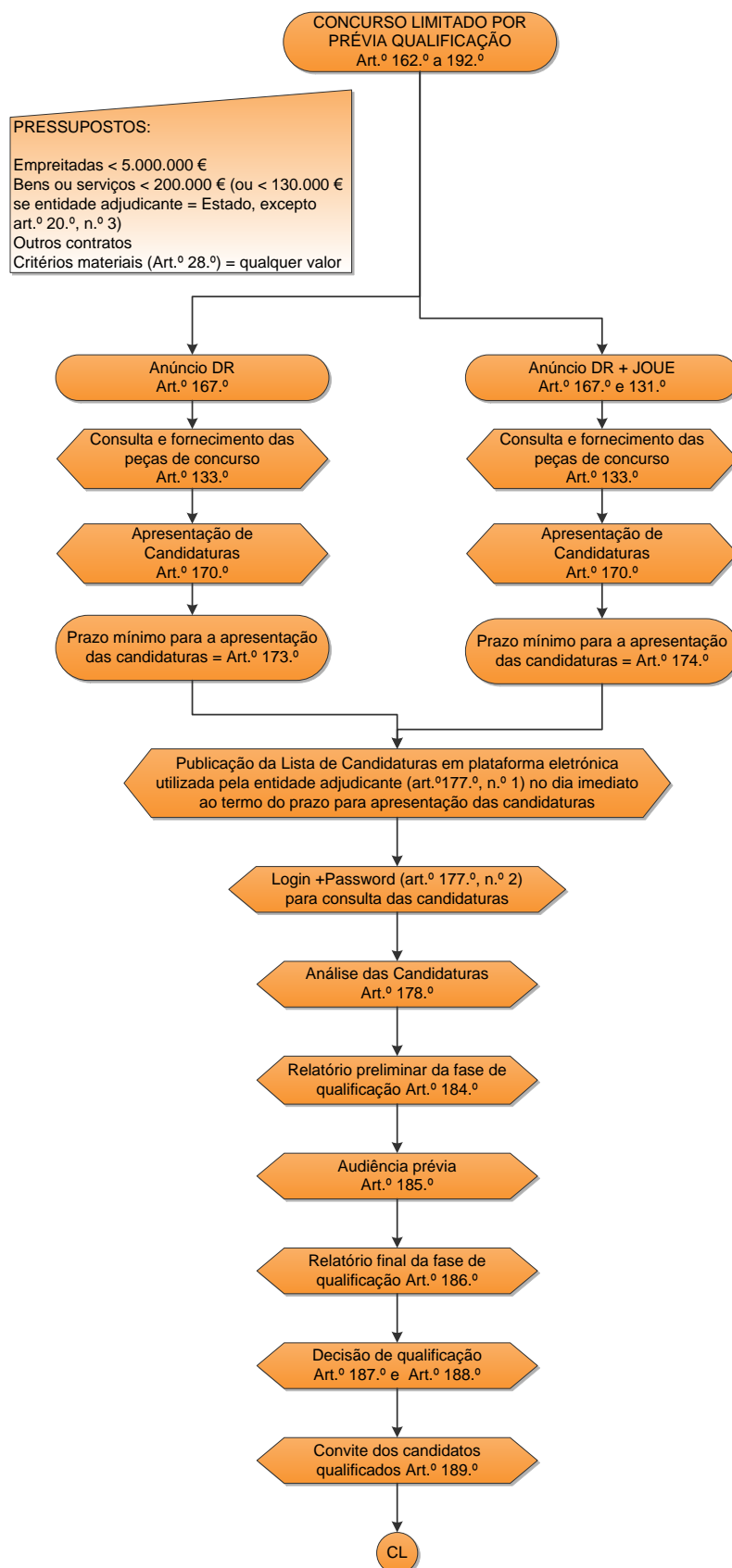


Figura 23 - Fluxograma: Conc. limitado por prévia qualif. - parte 1 [Fonte: ATAM]



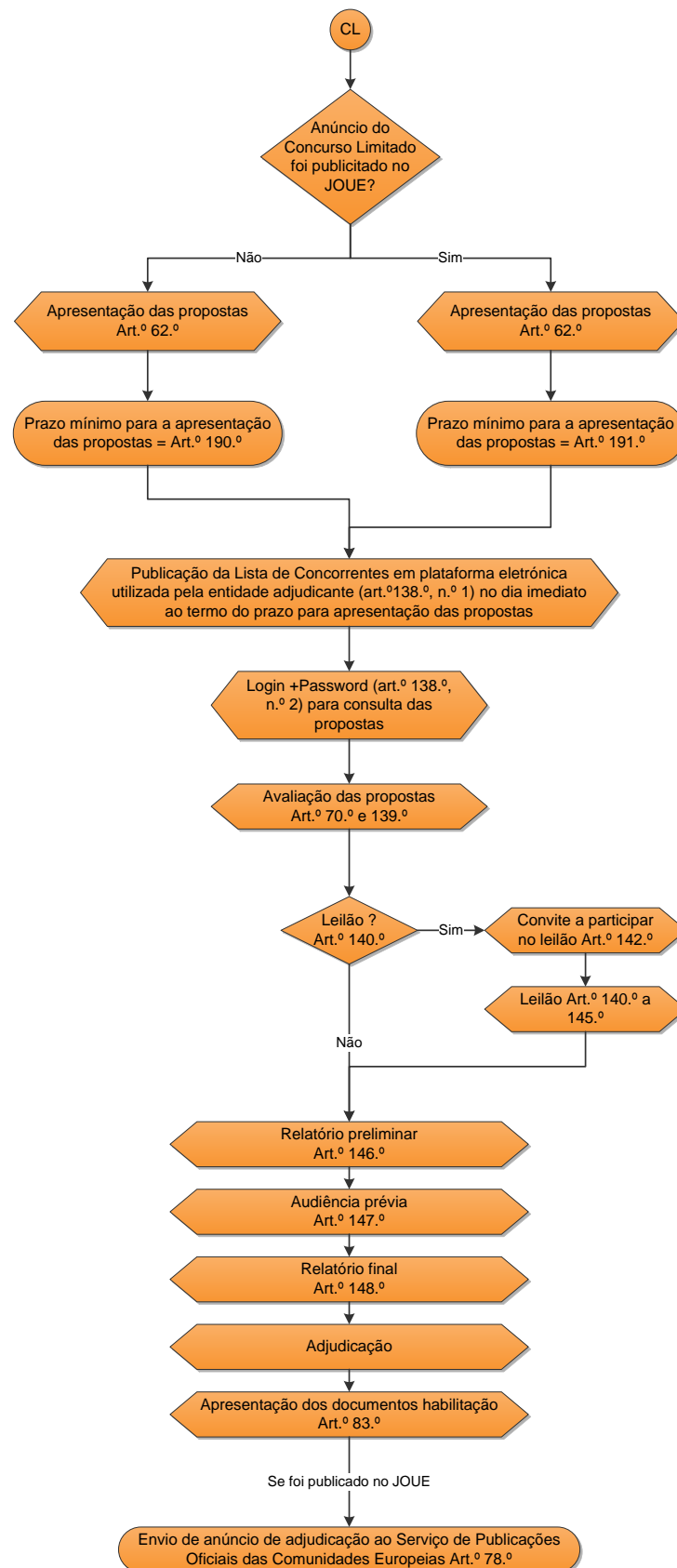


Figura 24 - Fluxograma: Conc. limitado por prévia qualif. - parte 2 [Fonte: ATAM]

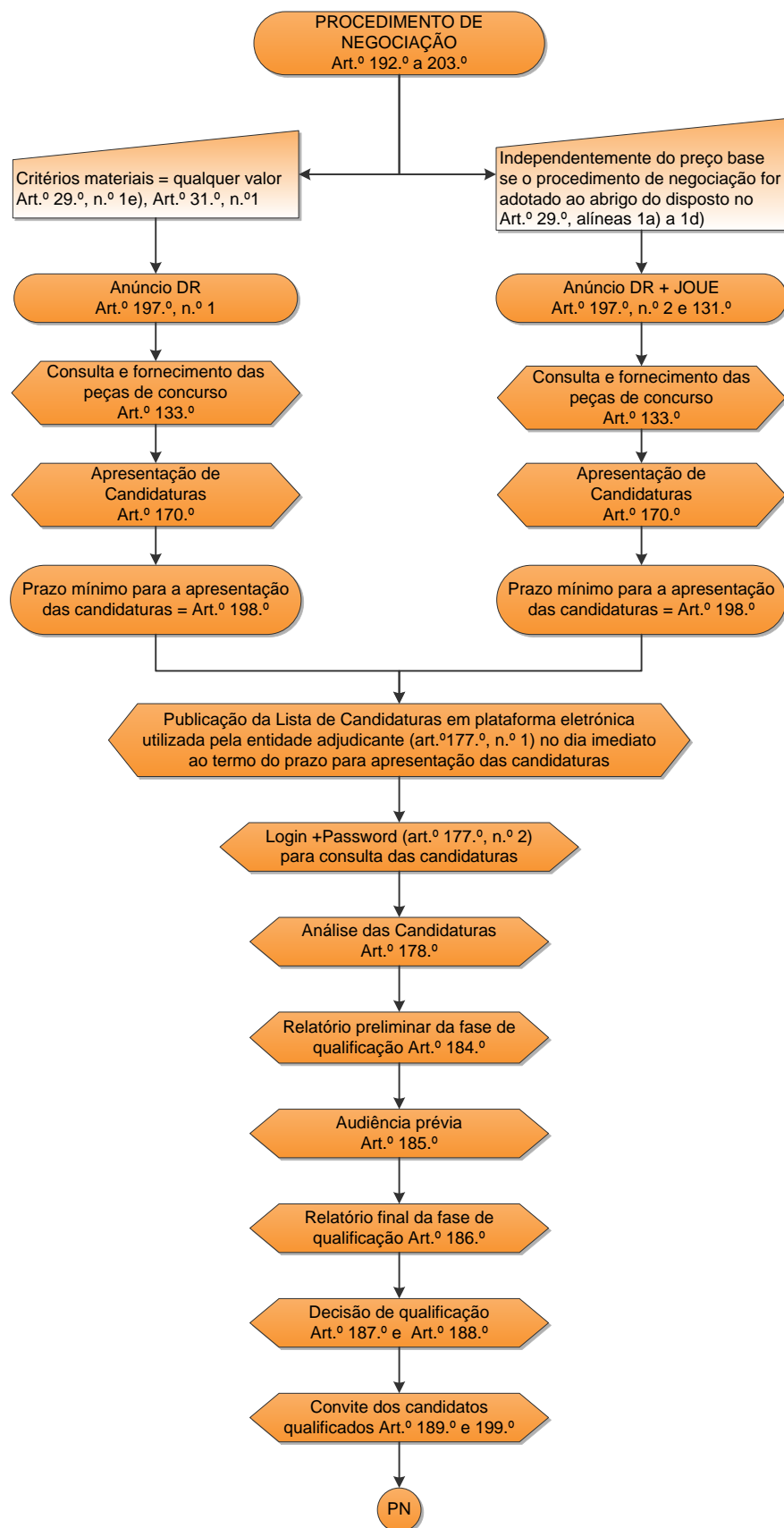


Figura 25 - Fluxograma: Procedimento de negociação - parte 1 [Fonte: ATAM]

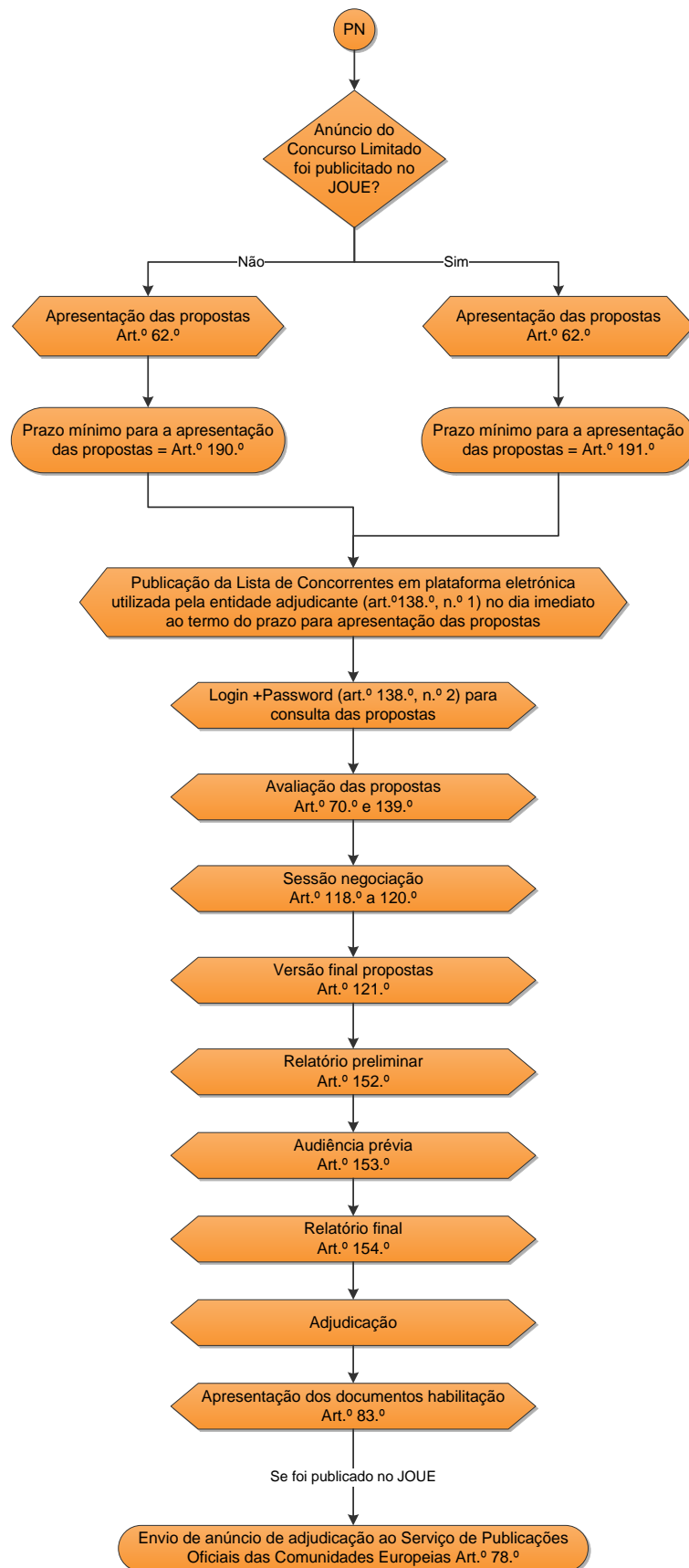


Figura 26 - Fluxograma: Procedimento de negociação - parte 2 [Fonte: ATAM]

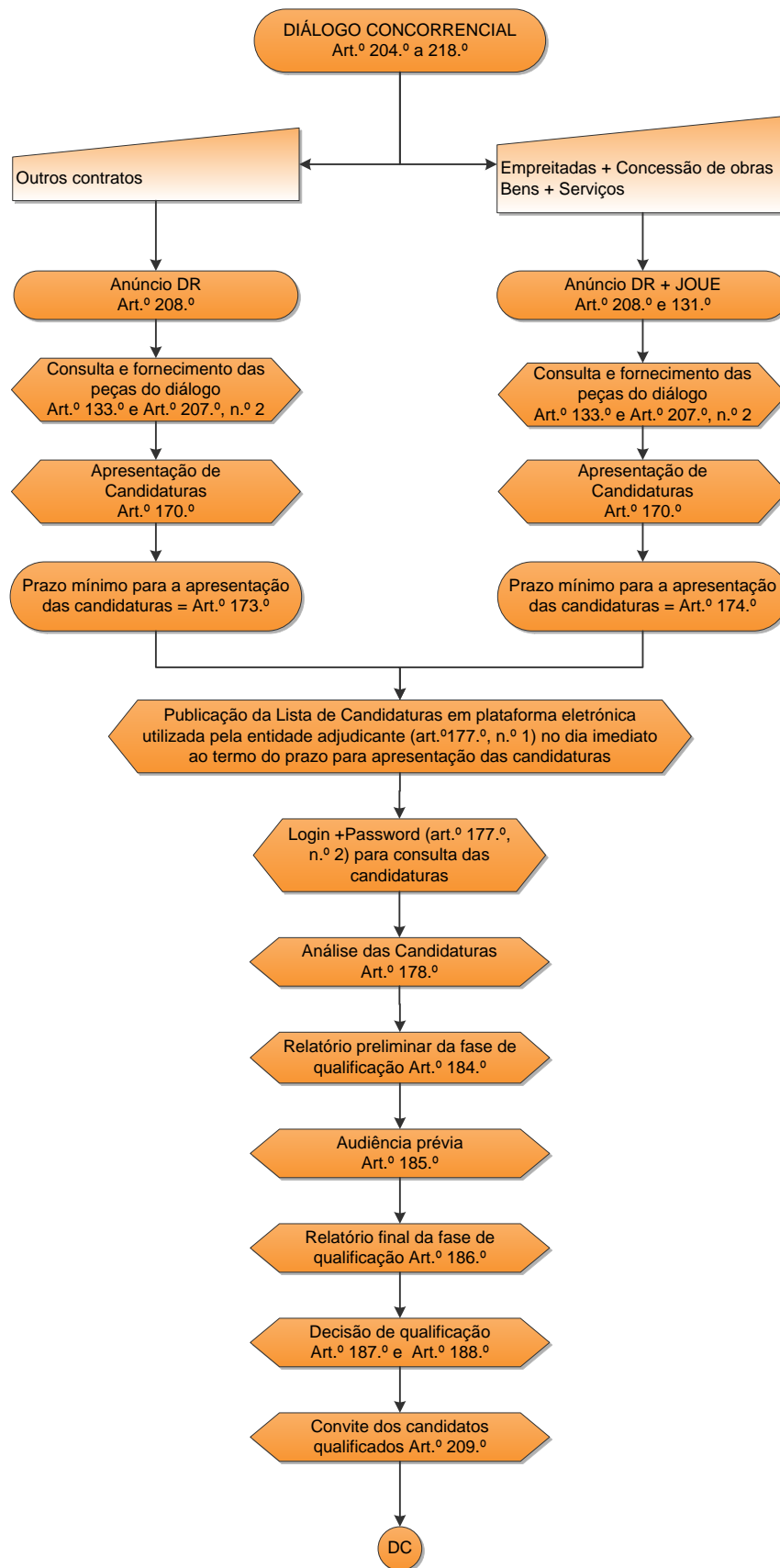


Figura 27 - Fluxograma: Diálogo concorrencial - parte 1 [Fonte: ATAM]

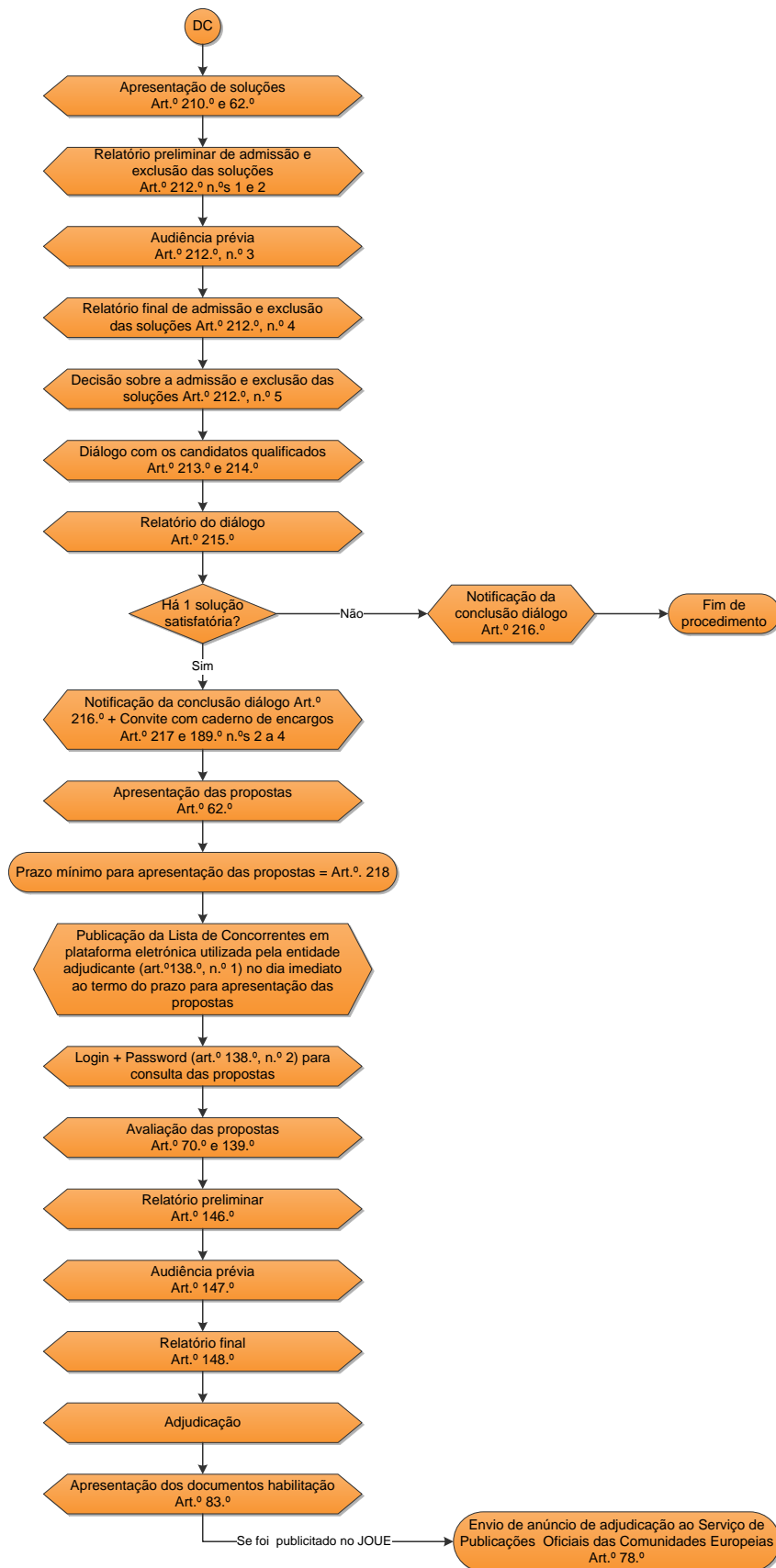


Figura 28 - Fluxograma: Diálogo concorrencial - parte 2 [Fonte: ATAM]

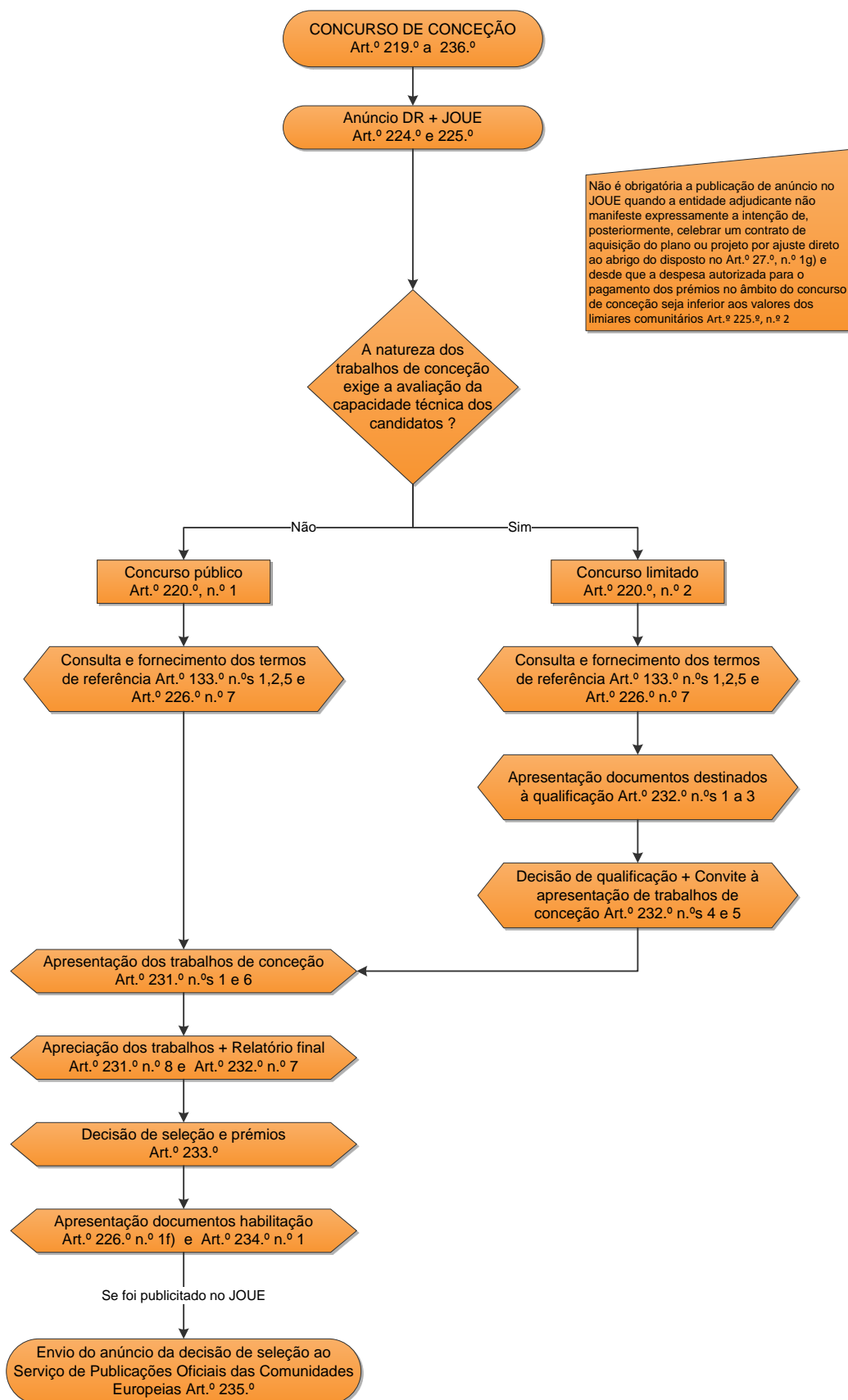


Figura 29 - Fluxograma: Concurso de conceção [Fonte: ATAM]

Procedimentos e dinâmicas inerentes ao processo dos concursos públicos e à  
realização de “Empreitadas de Obras Públicas, em Portugal”

**TABELA: 16**

**Tabela 16 - Relatório preliminar: resultados da avaliação de propostas**

RESULTADO DO CONCURSO							
N.º de Ordem	Classificação	Concorrentes	Proposta				Obs.  Preço base: 11.500.000 € Prazo : 420 dias
			Valor	Prazo (Dias)	diferença percentual em relação à Base	diferença de valor em relação à Base	
11	1.º	CONCORRENTE 11	8.060.245,13 €	300	-29,91%	-3.439.754,87 €	
33	2.º	CONCORRENTE 33	8.490.437,74 €	300	-26,17%	-3.009.562,26 €	
31	3.º	CONCORRENTE 31	8.575.000,00 €	300	-25,43%	-2.925.000,00 €	
3	4.º	CONCORRENTE 3	8.690.344,58 €	300	-24,43%	-2.809.655,42 €	
29	5.º	CONCORRENTE 29	8.846.054,74 €	304	-23,08%	-2.653.945,26 €	
14	6.º	CONCORRENTE 14	8.886.000,00 €	298	-22,73%	-2.614.000,00 €	
18	7.º	CONCORRENTE 18	8.935.000,00 €	306	-22,30%	-2.565.000,00 €	
13	8.º	CONCORRENTE 13	8.950.112,35 €	304	-22,17%	-2.549.887,65 €	
23	9.º	CONCORRENTE 23	8.952.792,43 €	330	-22,15%	-2.547.207,57 €	
25	10.º	CONCORRENTE 25	8.965.662,80 €	300	-22,04%	-2.534.337,20 €	
4	11.º	CONCORRENTE 4	8.974.299,40 €	306	-21,96%	-2.525.700,60 €	
16	12.º	CONCORRENTE 16	8.997.474,49 €	304	-21,76%	-2.502.525,51 €	
20	13.º	CONCORRENTE 20	8.999.700,00 €	305	-21,74%	-2.500.300,00 €	
32	14.º	CONCORRENTE 32	9.089.220,73 €	300	-20,96%	-2.410.779,27 €	
22	15.º	CONCORRENTE 22	9.170.000,00 €	306	-20,26%	-2.330.000,00 €	
6	16.º	CONCORRENTE 6	9.200.000,00 €	297	-20,00%	-2.300.000,00 €	
2	17.º	CONCORRENTE 2	9.209.420,00 €	302	-19,92%	-2.290.580,00 €	
19	18.º	CONCORRENTE 19	9.350.000,00 €	300	-18,70%	-2.150.000,00 €	
5	19.º	CONCORRENTE 5	9.412.000,00 €	303	-18,16%	-2.088.000,00 €	
7	20.º	CONCORRENTE 7	9.447.250,00 €	300	-17,85%	-2.052.750,00 €	
8	21.º	CONCORRENTE 8	9.578.909,08 €	300	-16,71%	-1.921.090,92 €	
30	22.º	CONCORRENTE 30	9.598.300,00 €	290	-16,54%	-1.901.700,00 €	
27	23.º	CONCORRENTE 27	9.659.625,00 €	300	-16,00%	-1.840.375,00 €	
1	24.º	CONCORRENTE 1	9.781.777,74 €	300	-14,94%	-1.718.222,26 €	
15	25.º	CONCORRENTE 15	9.863.275,05 €	300	-14,23%	-1.636.724,95 €	
24	26.º	CONCORRENTE 24	9.867.353,15 €	300	-14,20%	-1.632.646,85 €	
26	27.º	CONCORRENTE 26	9.917.474,76 €	297	-13,76%	-1.582.525,24 €	
34	28.º	CONCORRENTE 34	10.082.049,88 €	304	-12,33%	-1.417.950,12 €	
12	29.º	CONCORRENTE 12	10.290.000,00 €	300	-10,52%	-1.210.000,00 €	
10	30.º	CONCORRENTE 10	10.423.667,10 €	300	-9,36%	-1.076.332,90 €	
9	31.º	CONCORRENTE 9	10.487.936,21 €	306	-8,80%	-1.012.063,79 €	
17	32.º	CONCORRENTE 17	10.577.185,99 €	304	-8,02%	-922.814,01 €	
28	33.º	CONCORRENTE 28	10.756.000,00 €	304	-6,47%	-744.000,00 €	
21	34.º	CONCORRENTE 21	11.175.000,00 €	306	-2,83%	-325.000,00 €	





## **ANEXO V – ELEMENTOS DO CAPÍTULO 5**



**FIGURAS: 30 a 49**

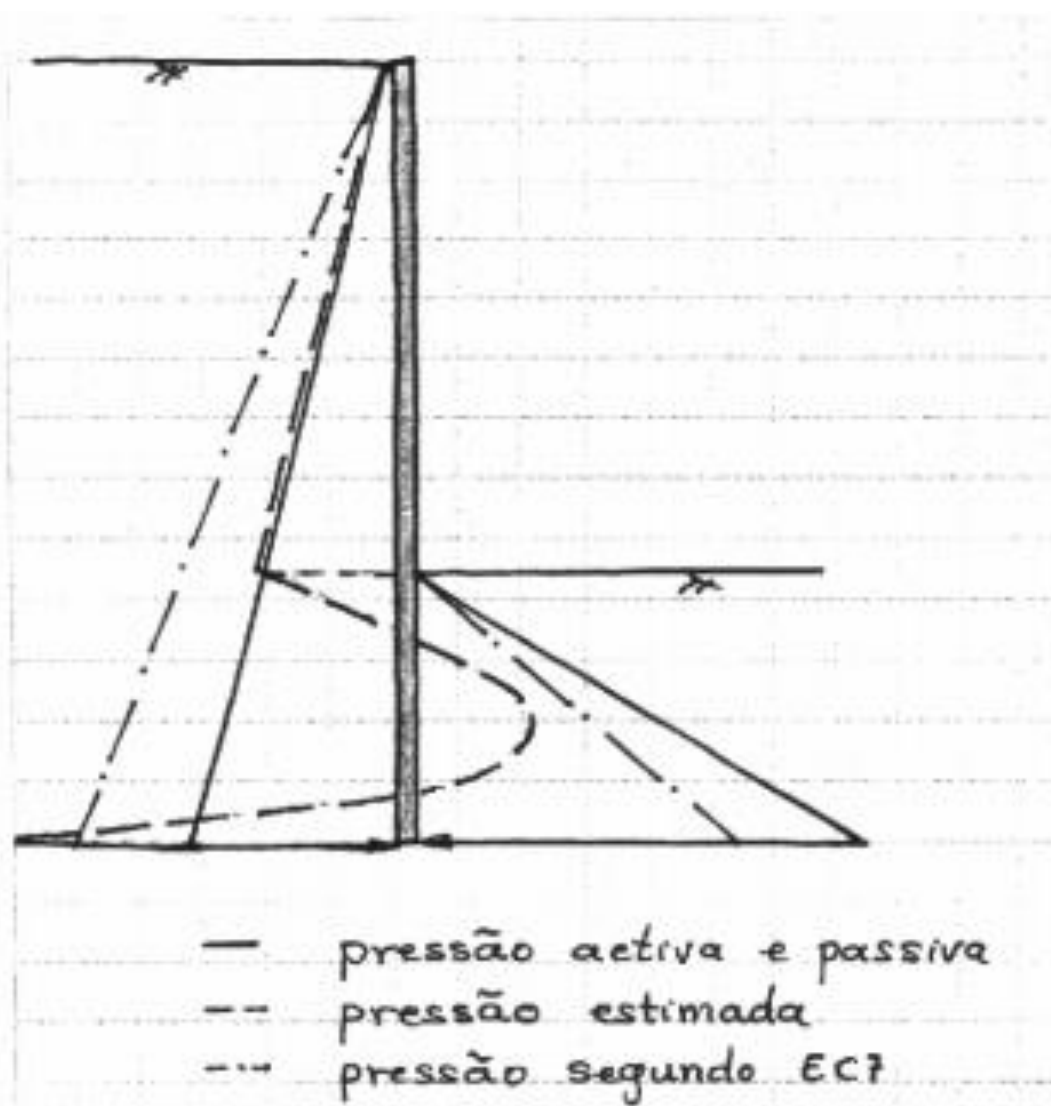


Figura 30 - Diagramas de pressões [Fonte: Sebenta ESFII - ISEL]

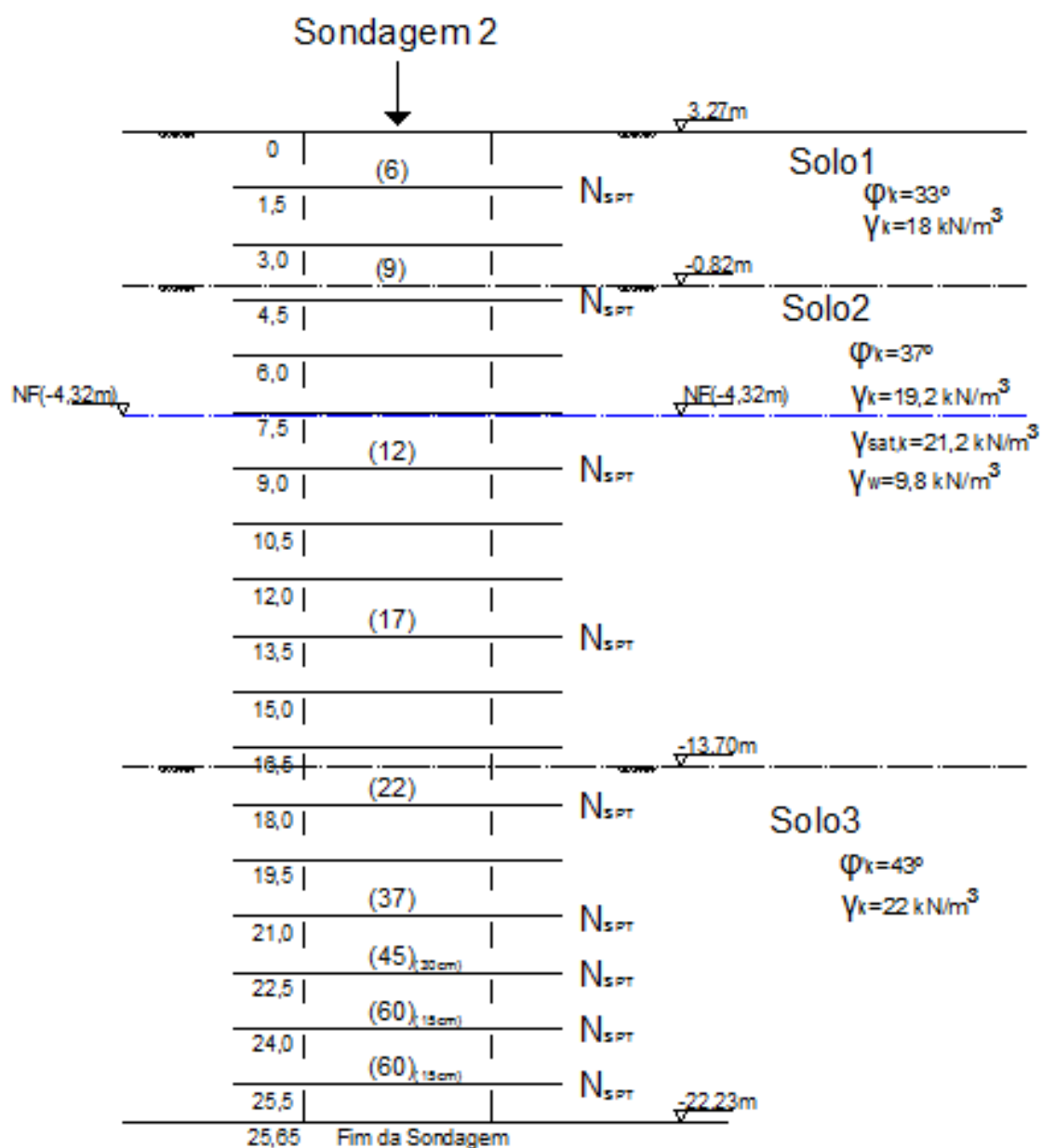


Figura 31 - Sondagem 2: Resultados do ensaio "in situ"

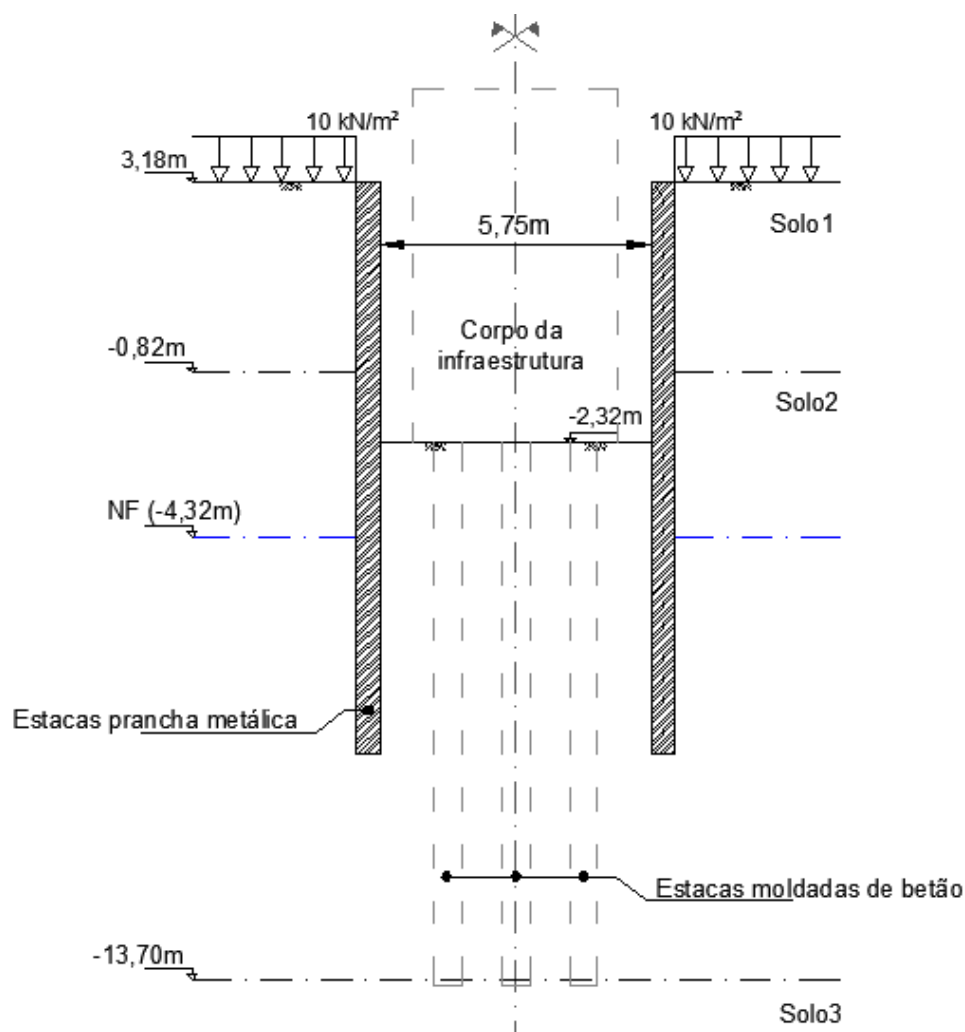


Figura 32 - Cortina em consola: Escavação – secção transversal

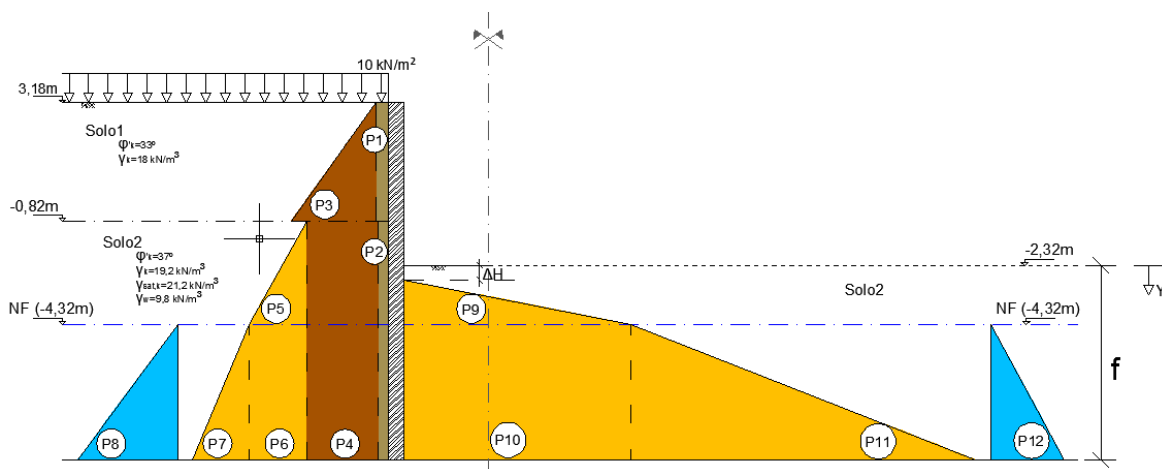


Figura 33 - Cortina em consola: Diagrama de pressões



## Perfis Z



As especificações essenciais das seções-Z são a forma contínua da alma e a localização do conector simetricamente em cada lado do eixo neutro. Ambos os aspectos possuem uma influência positiva no módulo de secção elástico. A série AZ, perfil com especificações extraordinárias e qualidade comprovada dos conectores Larssen, oferece as seguintes vantagens:

- relação extremamente competitiva de módulo de secção/massa,
- maior inércia reduzindo a deflexão,
- maior largura, resultando em melhor desempenho de instalação,
- boa resistência à corrosão, sendo o aço mais espesso nos pontos críticos de corrosão.

Perfil	Largura		Altura		Espessura		Área seccional	Massa		Momento inércia	Módulo resistência elástico	Momento estático	Módulo resistência plástico	Classe <sup>1)</sup>									
	b	mm	h	mm	t	mm		s	mm					cm <sup>2</sup> /m	kg/m (perfil)	kg/m <sup>2</sup> (parede)	cm <sup>4</sup> /m	cm <sup>3</sup> /m	cm <sup>3</sup> /m	cm <sup>3</sup> /m	S 240 GP	S 270 GP	S 320 GP

AZ 12	670	302	8,5	8,5	126	66,1	<b>99</b>	18140	<b>1200</b>	705	1409	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
AZ 13	670	303	9,5	9,5	137	72,0	<b>107</b>	19700	<b>1300</b>	765	1528	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
AZ 14	670	304	10,5	10,5	149	78,3	<b>117</b>	21300	<b>1400</b>	825	1651	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
AZ 17	630	379	8,5	8,5	138	68,4	<b>109</b>	31580	<b>1665</b>	970	1944	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
AZ 18	630	380	9,5	9,5	150	74,4	<b>118</b>	34200	<b>1800</b>	1050	2104	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
AZ 19	630	381	10,5	10,5	164	81,0	<b>129</b>	36980	<b>1940</b>	1140	2275	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3

Para espessura mínima do aço de 10 mm

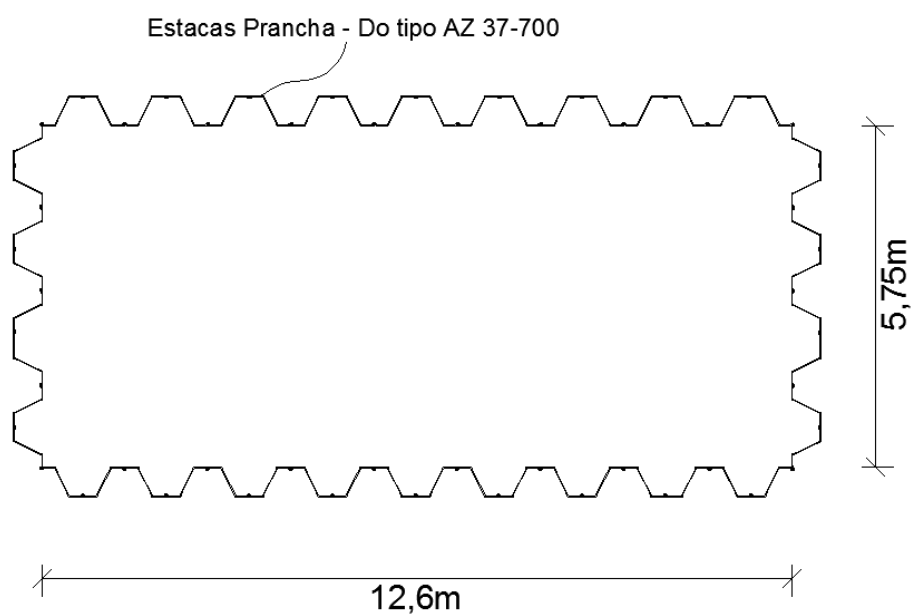
AZ 13 10/10	670	304	10,0	10,0	143	75,2	<b>112</b>	20480	<b>1350</b>	795	1589	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
AZ 18 10/10	630	381	10,0	10,0	157	77,8	<b>123</b>	35540	<b>1870</b>	1095	2189	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3

AZ-700 e AZ-770

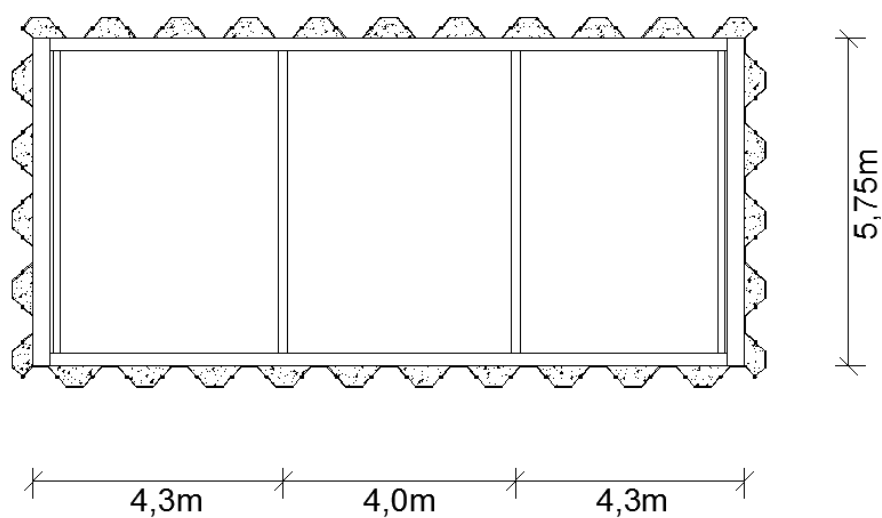
AZ 12-770	770	344	8,5	8,5	120	72,6	<b>94</b>	21430	<b>1245</b>	740	1480	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
AZ 13-770	770	344	9,0	9,0	126	76,1	<b>99</b>	22360	<b>1300</b>	775	1546	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
AZ 14-770	770	345	9,5	9,5	132	79,5	<b>103</b>	23300	<b>1355</b>	805	1611	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
AZ 14-770-10/10	770	345	10,0	10,0	137	82,9	<b>108</b>	24240	<b>1405</b>	840	1677	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
AZ 17-700	700	420	8,5	8,5	133	73,1	<b>104</b>	36230	<b>1730</b>	1015	2027	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
AZ 18-700	700	420	9,0	9,0	139	76,5	<b>109</b>	37800	<b>1800</b>	1060	2116	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
AZ 19-700	700	421	9,5	9,5	146	80,0	<b>114</b>	39380	<b>1870</b>	1105	2206	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
AZ 20-700	700	421	10,0	10,0	152	83,5	<b>119</b>	40960	<b>1945</b>	1150	2296	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
AZ 24-700	700	459	11,2	11,2	174	95,7	<b>137</b>	55820	<b>2430</b>	1435	2867	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
AZ 26-700	700	460	12,2	12,2	187	102,9	<b>147</b>	59720	<b>2600</b>	1535	3070	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
AZ 28-700	700	461	13,2	13,2	200	110,0	<b>157</b>	63620	<b>2760</b>	1635	3273	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
AZ 37-700	700	499	17,0	12,2	226	124,2	<b>177</b>	92400	<b>3705</b>	2130	4260	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
AZ 39-700	700	500	18,0	13,2	240	131,9	<b>188</b>	97500	<b>3900</b>	2250	4500	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
AZ 41-700	700	501	19,0	14,2	254	139,5	<b>199</b>	102610	<b>4095</b>	2370	4745	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3

Figura 34 - Extrato do catálogo 2010 - perfis Z [Fonte: ArcelorMittal]





**Figura 36 - Cortina em consola: Planta das estacas pranchas do tipo AZ 37-700**



**Figura 37 - Cortina monoapoiada: Planta geral**





Figura 38 - Método do apoio simples: Ficha curta [Fonte: Sebenta ESFII - ISEL]

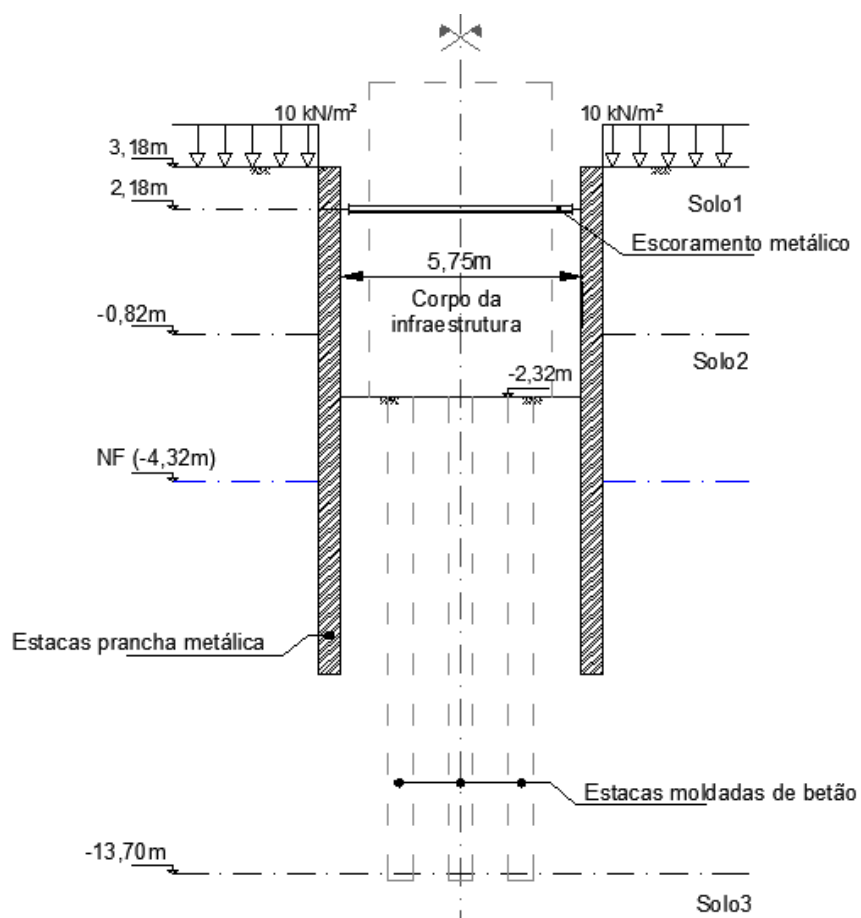


Figura 39 - Cortina monoapoiada: Escavação – secção transversal

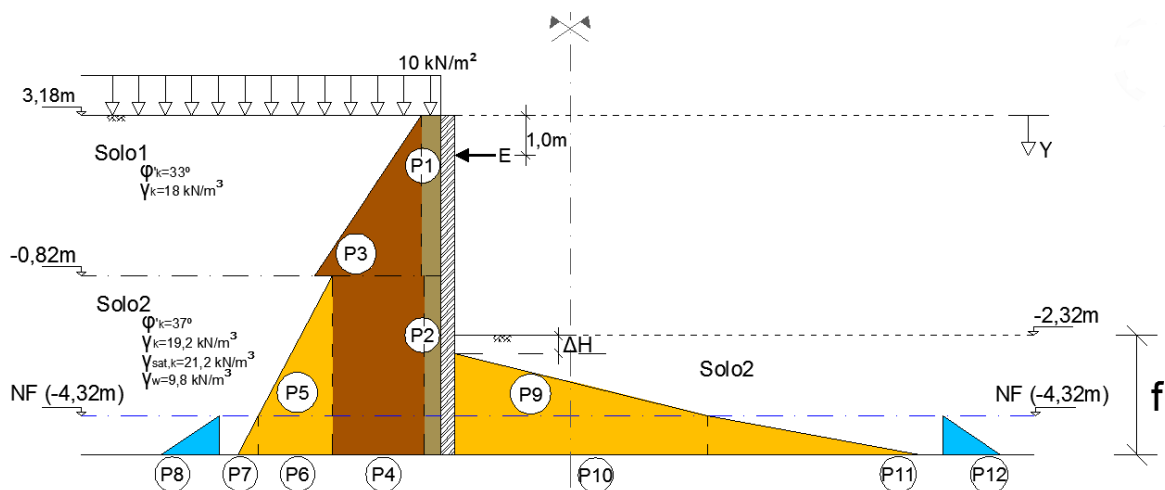


Figura 40 - Cortina monoapoiada: Diagrama de pressões

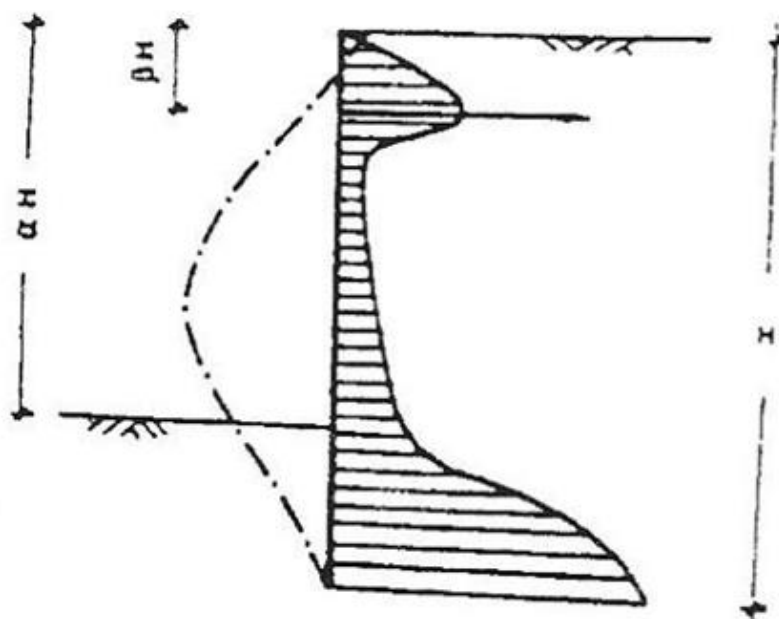


Figura 41 - Diagrama de pressão segundo Rowe [Fonte: UC ESFII - ISEL]

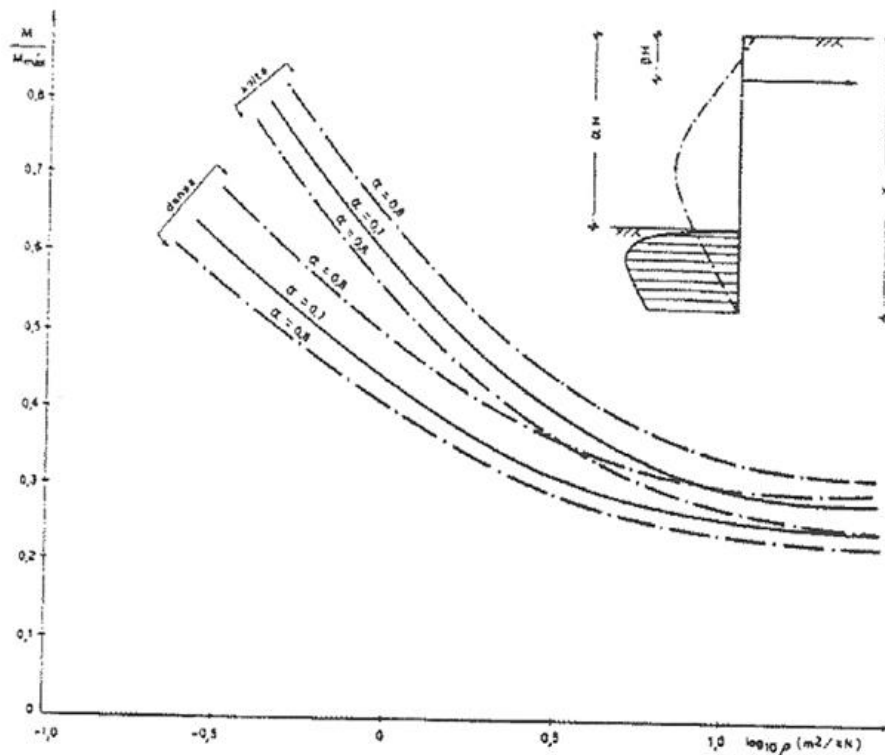


Figura 42 - Correção de Rowe por redistribuição das pressões passivas [Fonte: UC ESFII - ISEL]

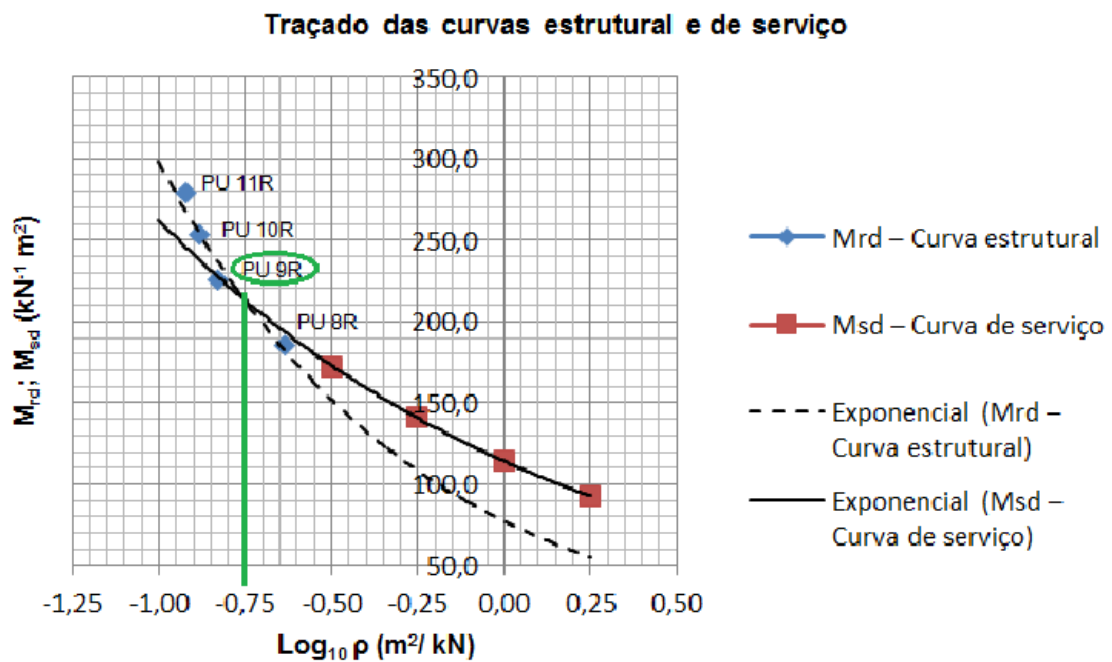




Figura 43 - Correção de Rowe: Traçado das curvas e escolha do perfil

Cross-sections	Level of axial load	$V_{Sd} \leq 0.5 \cdot V_{Rd}$	$V_{Sd} > 0.5 \cdot V_{Rd}$
	low	$M_{Rd}$	$(1-\rho) \cdot M_{Rd}$
	high	$1.11 \cdot (1-n) \cdot M_{Rd}$	$1.11 \cdot (1-n-\rho) \cdot M_{Rd}$
	$n \leq 0.2$	$M_{Rd}$	$(1-\rho) \cdot M_{Rd}$
	$n > 0.2$	$1.56 \cdot (1-n) \cdot (n+0.6) \cdot M_{Rd}$	$1.56 \cdot (1-n-\rho) \cdot \left(0.6 + \frac{n}{1-\rho}\right) \cdot M_{Rd}$

Level of axial load	low	$N_{Sd} \leq 0.25 N_{Rd}$		
	high	$N_{Sd} > 0.25 N_{Rd}$		
		$n = \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}}$	$N_{Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$	$\rho = \left[ 2 \cdot \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} - 1 \right]^2$

Figura 44 - Extrato tabela de cálculo: Momento reduzido [Fonte: UC CMM - ISEL]

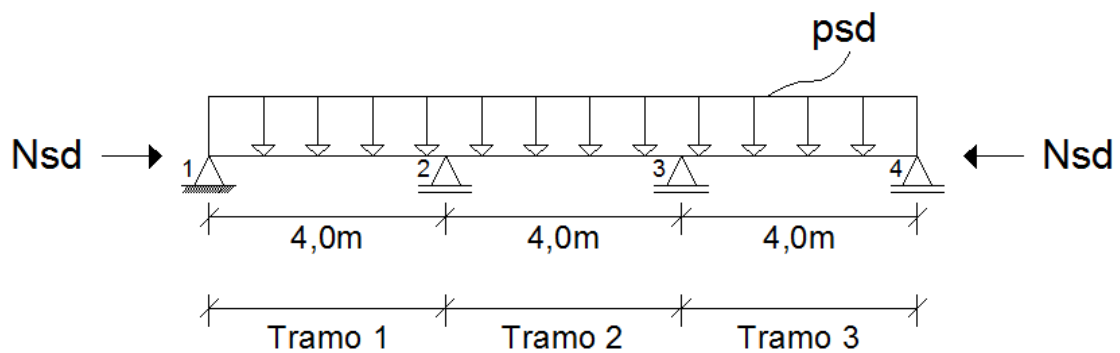


Figura 45 - Escoramento metálico: Viga longitudinal continua

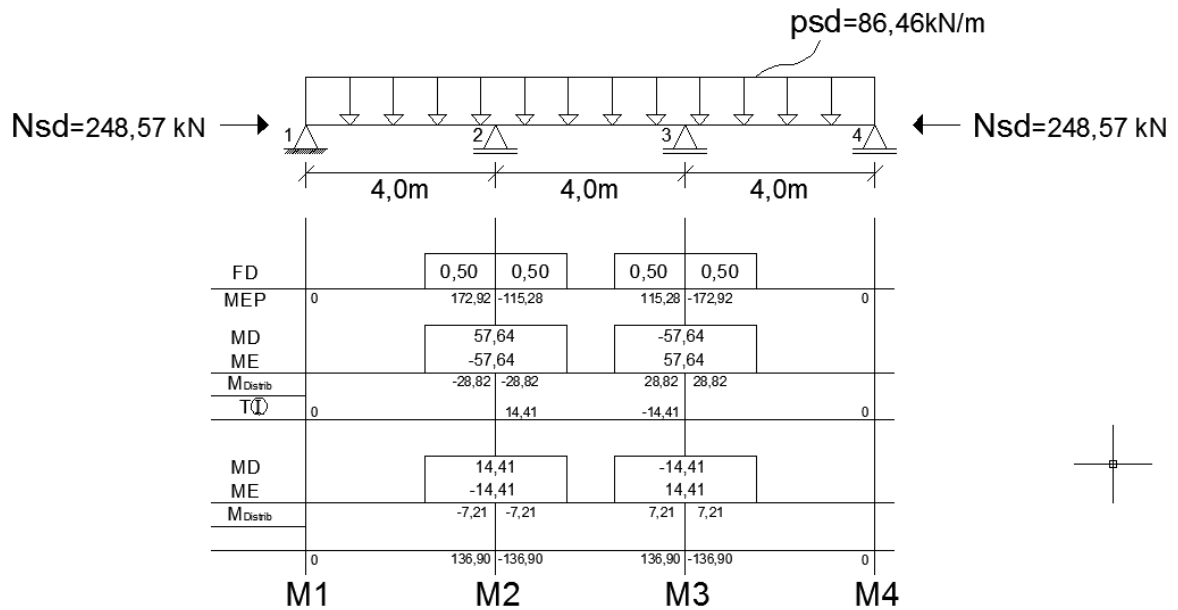


Figura 46 - Método de *Hardy Cross*: Cálculo dos momentos fletores na viga

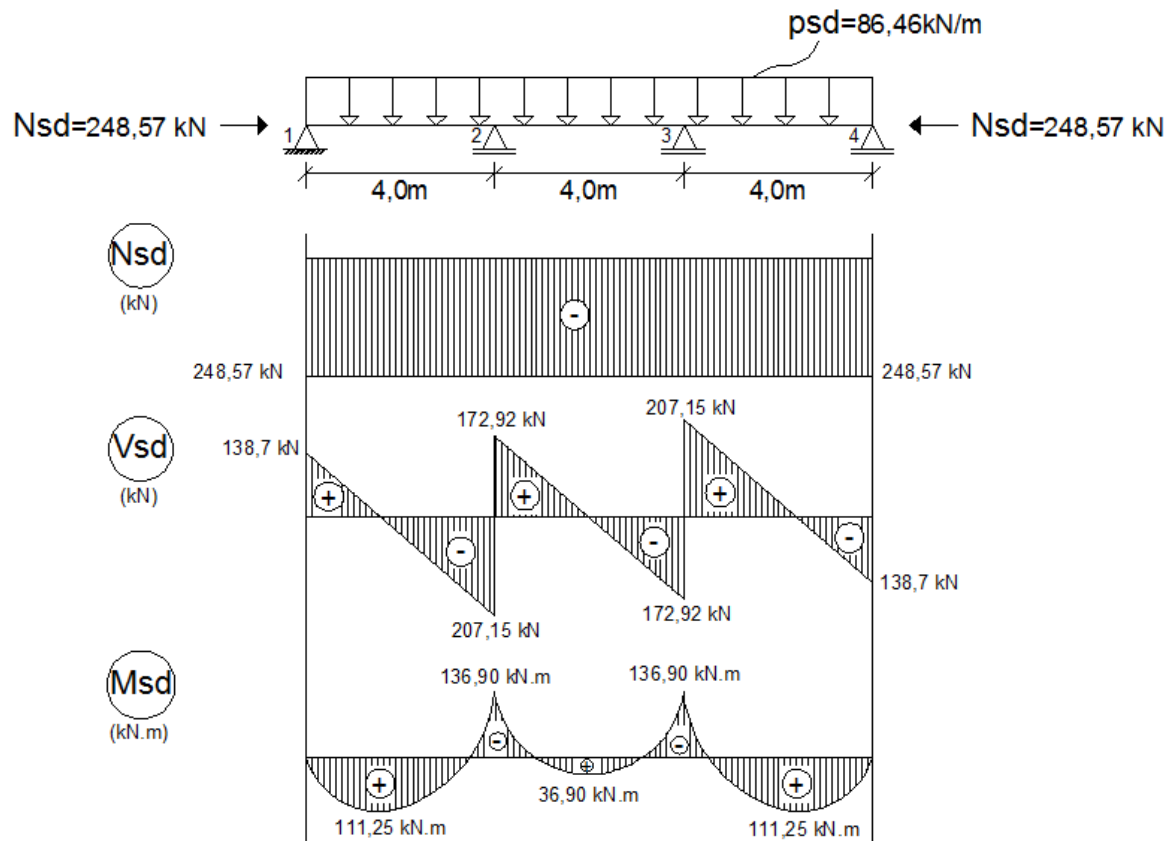
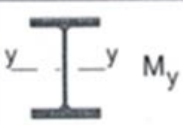



Figura 47 - Diagramas de esforços na viga contínua

Cross-sections	Level of axial load	$V_{Sd} \leq 0.5 \cdot V_{Rd}$	$V_{Sd} > 0.5 \cdot V_{Rd}$
	low	$M_{Rd}$	$(1-\rho) \cdot M_{Rd}$
	high	$1.11 \cdot (1-n) \cdot M_{Rd}$	$1.11 \cdot (1-n-\rho) \cdot M_{Rd}$
	$n \leq 0.2$	$M_{Rd}$	$(1-\rho) \cdot M_{Rd}$
	$n > 0.2$	$1.56 \cdot (1-n) \cdot (n+0.6) \cdot M_{Rd}$	$1.56 \cdot (1-n-\rho) \cdot \left(0.6 + \frac{n}{1-\rho}\right) \cdot M_{Rd}$

Level of axial load	low	$N_{Sd} \leq 0.25 N_{Rd}$		
	high	$N_{Sd} > 0.25 N_{Rd}$		
		$n = \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}}$	$N_{Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$	$\rho = \left[ 2 \cdot \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} - 1 \right]^2$

Figura 48 - Extrato tabela de cálculo: Momento reduzido [Fonte: UC CMM - ISEL]

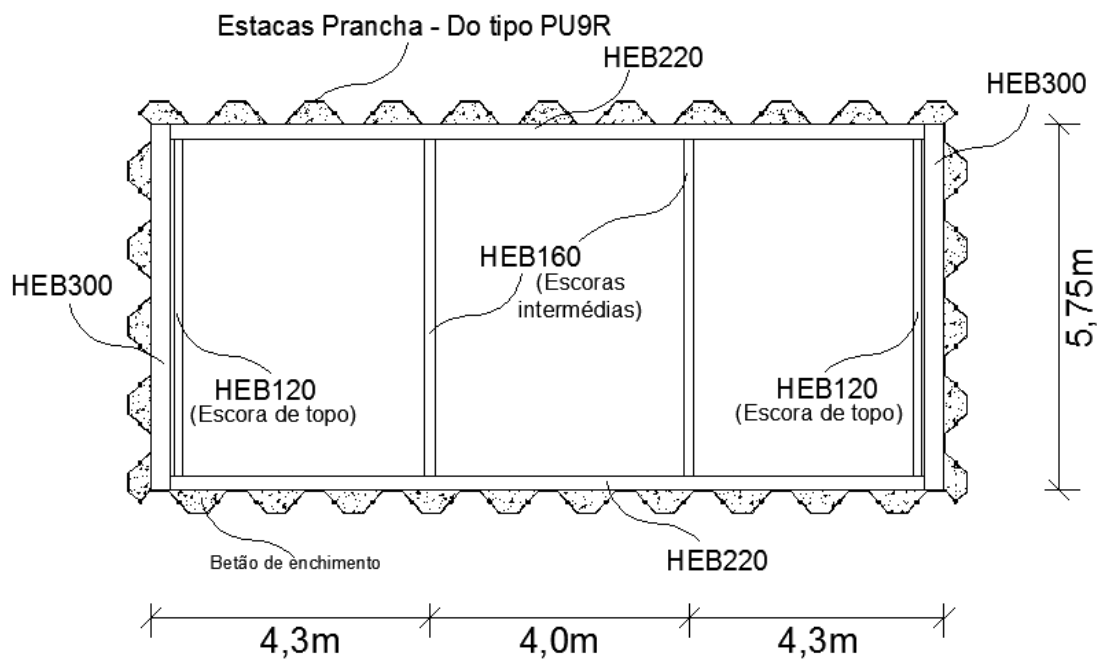


Figura 49 - Apoio superior da cortina: Planta de escoramento à cota +2,18

**PROFIL ARBED**



### Poutrelles européennes à larges ailes

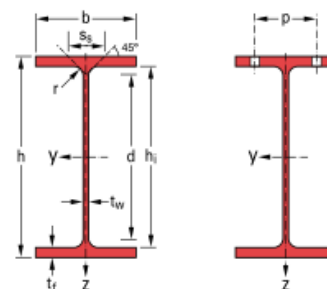
HE A, HE B et HE M 100 - 1000 conformes à l'Euronorme 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100

### European wide flange beams

HE A, HE B and HE M 100 - 1000 in accordance with Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100

### Europäische Breitflanschträger

HE A, HE B und HE M 100 - 1000 gemäß Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL HL 920 - 1100



Désignation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen						Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße					Surface Oberfläche	
G kg/m	h mm	b mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r mm	A cm <sup>2</sup>	h <sub>t</sub> mm	d mm	Ø	p <sub>min</sub> mm	p <sub>max</sub> mm	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	A <sub>G</sub> m <sup>2</sup> /t

HE 120 AA <sup>+</sup>	14.6	109	120	4.2	5.5	12	18.55	98	74	M12	58	68	0.669	45.94
HE 120 A	19.9	114	120	5	8	12	25.34	98	74	M12	58	68	0.677	34.06
HE 120 B	26.7	120	120	6.5	11	12	34.01	98	74	M12	60	68	0.686	25.71
HE 120 M	52.1	140	126	12.5	21	12	66.41	98	74	M12	66	74	0.738	14.16

Désignation Designation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte												Classification ENV 1993-1-1		H STAR
	axe fort y-y strong axis y-y starke Achse y-y						axe faible z-z weak axis z-z schwache Achse z-z						pure bending y-y	pure compression	
	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>ply</sub> ♦ cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	A <sub>vz</sub> cm <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> ♦ cm <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> cm	s <sub>s</sub> mm	I <sub>t</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> x 10 <sup>-3</sup> cm <sup>6</sup>	\$ 235	\$ 355	\$ 460

HE 120 AA	14.6	413.4	75.85	84.12	4.72	6.90	158.8	26.47	40.62	2.93	29.26	2.78	4.24	2	3	-
HE 120 A	19.9	606.2	106.3	119.5	4.89	8.46	230.9	38.48	58.85	3.02	35.06	5.99	6.47	1	1	-
HE 120 B	26.7	864.4	144.1	165.2	5.04	10.96	317.5	52.92	80.97	3.06	42.56	13.84	9.41	1	1	-
HE 120 M	52.1	2018	288.2	350.6	5.51	21.15	702.8	111.6	171.6	3.25	68.56	91.66	24.79	1	1	-

Figura 50 - Tabela perfis HE120 [Fonte: Profil ARBED]

**PROFIL ARBED**





### Poutrelles européennes à larges ailes

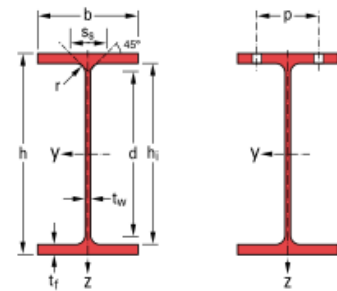
HE A, HE B et HE M 100 - 1000 conformes à l'Euronorme 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100

### European wide flange beams

HE A, HE B and HE M 100 - 1000 in accordance with Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100

### Europäische Breitflanschträger

HE A, HE B und HE M 100 - 1000 gemäß Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL HL 920 - 1100



Désignation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen						Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße					Surface Oberfläche	
G kg/m	h mm	b mm	tw mm	tf mm	r mm	A cm²	h <sub>i</sub> mm	d mm	Ø	P <sub>min</sub> mm	P <sub>max</sub> mm	A <sub>L</sub> m²/m	A <sub>G</sub> m²/ft

HE 160 AA <sup>+</sup>	23.8	148	160	4.5	7	15	30.36	134	104	M20	76	84	0.901	37.81
HE 160 A	30.4	152	160	6	9	15	38.77	134	104	M20	78	84	0.906	29.78
HE 160 B	42.6	160	160	8	13	15	54.25	134	104	M20	80	84	0.918	21.56
HE 160 M	76.2	180	166	14	23	15	97.05	134	104	M20	86	90	0.970	12.74

Désignation Designation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte												Classification ENV 1993-1-1			HISTAR
	axe fort y-y strong axis y-y starke Achse y-y					axe faible z-z weak axis z-z schwache Achse z-z							pure bending y-y	pure compression		
	$I_y$ cm <sup>4</sup>	$W_{el,y}$ cm <sup>3</sup>	$W_{pl,y}$ ♦ cm <sup>3</sup>	$i_y$ cm	$A_{vz}$ cm <sup>2</sup>	$I_z$ cm <sup>4</sup>	$W_{el,z}$ cm <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$ ♦ cm <sup>3</sup>	$i_z$ cm	$S_s$ mm	$I_t$ cm <sup>4</sup>	$I_w \times 10^{-3}$ cm <sup>6</sup>	S 235 S 355 S 460	S 235 S 355 S 460		
G kg/m																

HE 160 AA	23.8	1283	173.4	190.4	6.50	10.38	478.7	59.84	91.36	3.97	36.07	6.33	23.75	3	3	-	3	3	-
HE 160 A	30.4	1673	220.1	245.1	6.57	13.21	615.6	76.95	117.6	3.98	41.57	12.19	31.41	1	2	-	1	2	-
HE 160 B	42.6	2492	311.5	354.0	6.78	17.59	889.2	111.2	170.0	4.05	51.57	31.24	47.94	1	1	-	1	1	-
HE 160 M	76.2	5098	566.5	674.6	7.25	30.81	1759	211.9	325.5	4.26	77.57	162.4	108.1	1	1	-	1	1	-

Figura 51 -Tabela perfis HE160 [Fonte: Profil ARBED]







### Poutrelles européennes à larges ailes

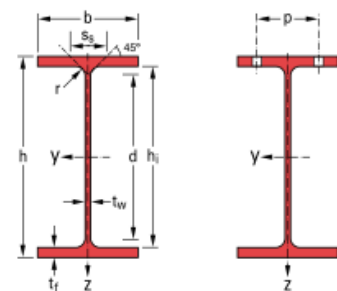
HE A, HE B et HE M 100 - 1000 conformes à l'Euronorme 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100

### European wide flange beams

HE A, HE B and HE M 100 - 1000 in accordance with Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100

### Europäische Breitflanschträger

HE A, HE B und HE M 100 - 1000 gemäß Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL HL 920 - 1100



Désignation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen						Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße					Surface Oberfläche	
G kg/m	h mm	b mm	tw mm	tf mm	r mm	A cm²	h <sub>i</sub> mm	d mm	Ø	P <sub>min</sub> mm	P <sub>max</sub> mm	A <sub>L</sub> m²/m	A <sub>G</sub> m²/ft

HE 220 AA <sup>+</sup>	40.4	205	220	6	8.5	18	51.46	188	152	M27	98	118	1.247	30.87
HE 220 A	50.5	210	220	7	11	18	64.34	188	152	M27	98	118	1.255	24.85
HE 220 B	71.5	220	220	9.5	16	18	91.04	188	152	M27	100	118	1.270	17.77
HE 220 M	117	240	226	15.5	26	18	149.4	188	152	M27	108	124	1.322	11.27

Designation Designation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte												Classification ENV 1993-1-1			HISTAR
	axe fort y-y strong axis y-y starke Achse y-y					axe faible z-z weak axis z-z schwache Achse z-z					pure bending y-y	pure compression				
	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> ♦ cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	A <sub>vz</sub> cm <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> ♦ cm <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> cm	s <sub>s</sub> mm			I <sub>t</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> x 10 <sup>-3</sup> cm <sup>6</sup>		
G kg/m	≤ 235	≤ 355	≤ 460	≤ 235	≤ 355	≤ 460										

HE 220 AA	40.4	4170	406.9	445.5	9.00	17.63	1510	137.3	209.3	5.42	44.09	15.93	145.6	3	4	-	3	4	-
HE 220 A	50.5	5410	515.2	568.5	9.17	20.67	1955	177.7	270.6	5.51	50.09	28.46	193.3	1	3	-	1	3	-
HE 220 B	71.5	8091	735.5	827.0	9.43	27.92	2843	258.5	393.9	5.59	62.59	76.57	295.4	1	1	-	1	1	-
HE 220 M	117	14600	1217	1419	9.89	45.31	5012	443.5	678.6	5.79	88.59	315.3	572.7	1	1	-	1	1	-

Figura 52 - Tabela perfis HE 220 [Fonte: Profil ARBED]

**PROFIL ARBED**



### Poutrelles européennes à larges ailes

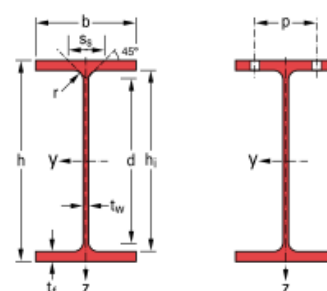
HE A, HE B et HE M 100 - 1000 conformes à l'Euronorme 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100

### European wide flange beams

HE A, HE B and HE M 100 - 1000 in accordance with Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100

### Europäische Breitflanschträger

HE A, HE B und HE M 100 - 1000 gemäß Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL HL 920 - 1100



Désignation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen						Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße					Surface Oberfläche	
G kg/m	h mm	b mm	t <sub>w</sub> mm	t <sub>f</sub> mm	r mm	A cm <sup>2</sup>	h <sub>1</sub> mm	d mm	Ø	p <sub>min</sub> mm	p <sub>max</sub> mm	A <sub>L</sub> m <sup>2</sup> /m	A <sub>G</sub> m <sup>2</sup> /ft

HE 300 AA <sup>+</sup>	69.8	283	300	7.5	10.5	27	88.91	262	208	M27	116	198	1.705	24.42
HE 300 A	88.3	290	300	8.5	14	27	112.5	262	208	M27	118	198	1.717	19.43
HE 300 B	117	300	300	11	19	27	149.1	262	208	M27	120	198	1.732	14.80
HE 300 M	238	340	310	21	39	27	303.1	262	208	M27	132	208	1.832	7.699

Désignation Designation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte											Classification ENV 1993-1-1			HISTAR	
	axe fort y-y strong axis y-y starke Achse y-y					axe faible z-z weak axis z-z schwache Achse z-z					pure bending y-y	pure compression				
	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>el,y</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> ♦ cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm	A <sub>vz</sub> cm <sup>2</sup>	I <sub>z</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>el,z</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> ♦ cm <sup>3</sup>	i <sub>z</sub> cm	S <sub>s</sub> mm		I <sub>t</sub> cm <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> x 10 <sup>-3</sup> cm <sup>6</sup>	S 235		S 355
G kg/m																

HE 320 AA	74.2	16450	1093	1196	13.19	35.40	4959	330.6	505.7	7.24	61.63	55.87	1041	3	4	-	3	4	-
HE 320 A	97.6	22930	1479	1628	13.58	41.13	6985	465.7	709.7	7.49	71.63	108	1512	1	3	3	1	3	3
HE 320 B	127	30820	1926	2149	13.82	51.77	9239	615.9	939.1	7.57	84.13	225.1	2069	1	1	2	1	1	2
HE 320 M	245	68130	3796	4435	14.78	94.85	19710	1276	1951	7.95	132.6	1501	5004	1	1	1	1	1	1

Figura 53 - Tabela perfis HE 300 [Fonte: Profil ARBED]

**TABELA: 17 a 39**

**Tabela 17 - Cortina em consola: Cálculo de pressões - Combinação 1**

Cortina em consola: cálculo de pressões – Combinação 1	
Expressões de cálculo	Pressões - valores de cálculo
$P_1 = \gamma_Q * Q * K_{a1,d}$	$P_1 = 1,5 * 10 * 0,295 = 4,4 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_2 = \gamma_Q * Q * K_{a2,d}$	$P_2 = 1,5 * 10 * 0,249 = 3,7 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_3 = \gamma_G * \gamma_1 * h_3 * K_{a1,d}$	$P_3 = 1,35 * 18 * 4 * 0,295 = 28,7 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_4 = \gamma_G * \gamma_1 * h_3 * K_{a2,d}$	$P_4 = 1,35 * 18 * 4 * 0,249 = 24,2 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_5 = \gamma_G * \gamma_2 * h_5 * K_{a2,d}$	$P_5 = 1,35 * 19,2 * 3 * 0,249 = 19,4 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_6 = \gamma_G * \gamma_2 * h_5 * K_{a2,d}$	$P_6 = 1,35 * 19,2 * 3 * 0,249 = 19,4 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_7 = \gamma_G * \gamma'_2 * h_7 * K_{a2,d}$	$P_7 = 1,35 * (21,2 - 9,8) * (f - 1,5) * 0,249 = 3,8f - 5,8 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_8 = \gamma_G * \gamma_w * h_w$	$P_8 = 1,35 * 9,8 * (f - 1,5) = 13,2f - 19,9 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_9 = \gamma_G * \gamma_2 * h_9 * K_{p2,d} * 1 / \gamma_{R,e}$	$P_9 = 1 * 19,2 * (1,5 - 0,5) * 4,022 * 1 = 77,2 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_{10} = \gamma_G * \gamma_2 * h_9 * K_{p2,d} * 1 / \gamma_{R,e}$	$P_{10} = 1 * 19,2 * (1,5 - 0,5) * 4,022 * 1 = 77,2 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_{11} = \gamma_G * \gamma'_2 * h_{11} * K_{p2,d} * 1 / \gamma_{R,e}$	$P_{11} = 1 * (21,2 - 9,8) * (f - 1,5) * 4,022 * 1 = 45,9f - 68,8 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_{12} = \gamma_G * \gamma_w * h_w$	$P_{12} = 1 * 9,8 * (f - 1,5) = 9,8f - 14,7 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$

**Tabela 18 - Cortina em consola: Cálculo de forças e braços – Combinação 1**

Cortina em consola: cálculo de forças e braços - Combinação 1	
Forças - valores de cálculo	Braços- valores de cálculo
$F_1 = P_1 * h_1 = 4,4 * 4 = 17,6 \text{ KN /m}$	$B_1 = f + 3,50 \text{ m}$
$F_2 = P_2 * h_2 = 3,7 * (f + 1,5) = 3,7f + 5,6 \text{ KN /m}$	$B_2 = 1/2f + 0,75 \text{ m}$
$F_3 = \frac{1}{2} * (P_3 * h_3) = \frac{1}{2} * (28,7 * 4) = 57,4 \text{ KN /m}$	$B_3 = f + 2,83 \text{ m}$
$F_4 = P_4 * h_4 = 24,2 * (f + 1,5) = 24,2f + 36,3 \text{ KN /m}$	$B_4 = 1/2f + 0,75 \text{ m}$
$F_5 = \frac{1}{2} * (P_5 * h_5) = \frac{1}{2} * (19,4 * 3) = 29,1 \text{ KN /m}$	$B_5 = f - 1/2 \text{ m}$
$F_6 = P_6 * h_6 = 19,4 * (f - 1,5) = 19,4f - 29,1 \text{ KN /m}$	$B_6 = 1/2f - 0,75 \text{ m}$
$F_7 = \frac{1}{2} * (P_7 * h_7) = \frac{1}{2} * (3,8f - 5,8) * (f - 1,5) = 1,9f^2 - 5,8f + 4,3 \text{ KN /m}$	$B_7 = 1/3f - 1/2 \text{ m}$
$F_8 = \frac{1}{2} * (P_8 * h_8) = \frac{1}{2} * (13,2f - 19,9) * (f - 1,5) = 6,6f^2 - 19,9f + 14,9 \text{ KN /m}$	$B_8 = 1/3f - 1/2 \text{ m}$
$F_9 = \frac{1}{2} * (P_9 * h_9) = \frac{1}{2} * 77,2 * (1,5 - 0,5) = 38,6 \text{ KN /m}$	$B_9 = f - 7/6 \text{ m}$
$F_{10} = P_{10} * h_{10} = 77,2 * (f - 1,5) = 77,2f - 115,8 \text{ KN /m}$	$B_{10} = 1/2f - 0,75 \text{ m}$
$F_{11} = \frac{1}{2} * (P_{11} * h_{11}) = \frac{1}{2} * (45,9f - 68,8) * (f - 1,5) = 22,9f^2 - 68,8f + 51,6 \text{ KN/m}$	$B_{11} = 1/3f - 1/2 \text{ m}$
$F_{12} = \frac{1}{2} * (P_{12} * h_{12}) = \frac{1}{2} * (9,8f - 14,7) * (f - 1,5) = 4,9f^2 - 14,7f + 11,0 \text{ KN /m}$	$B_{12} = 1/3f - 1/2 \text{ m}$

**Tabela 19 - Cortina em consola: Cálculo de pressões - Combinação 2**

Cortina em consola: cálculo de pressões – Combinação 2	
Expressões de cálculo	Pressões - valores de cálculo
$P_1 = \gamma_Q * Q * K_{a1,d}$	$P_1 = 1,3 * 10 * 0,369 = 4,8 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_2 = \gamma_Q * Q * K_{a2,d}$	$P_2 = 1,3 * 10 * 0,319 = 4,1 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_3 = \gamma_G * \gamma_1 * h_3 K_{a1,d}$	$P_3 = 1,0 * 18 * 4 * 0,369 = 26,6 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_4 = \gamma_G * \gamma_1 * h_3 K_{a2,d}$	$P_4 = 1,0 * 18 * 4 * 0,319 = 23,0 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_5 = \gamma_G * \gamma_2 * h_5 K_{a2,d}$	$P_5 = 1,0 * 19,2 * 3 * 0,319 = 18,4 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_6 = \gamma_G * \gamma_2 * h_5 K_{a2,d}$	$P_6 = 1,0 * 19,2 * 3 * 0,319 = 18,4 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_7 = \gamma_G * \gamma'_2 * h_7 K_{a2,d}$	$P_7 = 1,0 * (21,2 - 9,8) * (f - 1,5) * 0,319 = 3,6f - 5,5 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_8 = \gamma_G * \gamma_w * h_w$	$P_8 = 1,0 * 9,8 * (f - 1,5) = 9,8f - 14,7 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_9 = \gamma_G * \gamma_2 * h_9 * K_{p2,d} * 1 / \gamma_{R,e}$	$P_9 = 1 * 19,2 * (1,5 - 0,5) * 3,135 * 1 = 60,2 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_{10} = \gamma_G * \gamma_2 * h_9 * K_{p2,d} * 1 / \gamma_{R,e}$	$P_{10} = 1 * 19,2 * (1,5 - 0,5) * 3,135 * 1 = 60,2 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_{11} = \gamma_G * \gamma'_2 * h_{11} * K_{p2,d} * 1 / \gamma_{R,e}$	$P_{11} = 1 * (21,2 - 9,8) * (f - 1,5) * 3,135 * 1 = 35,7f - 53,6 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_{12} = \gamma_G * \gamma_w * h_w$	$P_{12} = 1 * 9,8 * (f - 1,5) = 9,8f - 14,7 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$

**Tabela 20 - Cortina em consola: Cálculo de forças e braços – Combinação 2**

Cortina em consola: cálculo de forças e braços - Combinação 2	
Forças - valores de cálculo	Braços- valores de cálculo
$F_1 = P_1 \cdot h_1 = 4,8 \cdot 4 = 19,2 \text{ KN /m}$	$B_1 = f + 3,50 \text{ m}$
$F_2 = P_2 \cdot h_2 = 4,1 \cdot (f + 1,5) = 4,1f + 6,2 \text{ KN /m}$	$B_2 = 1/2f + 0,75 \text{ m}$
$F_3 = \frac{1}{2} \cdot (P_3 \cdot h_3) = \frac{1}{2} \cdot (26,6 \cdot 4) = 53,2 \text{ KN /m}$	$B_3 = f + 2,83 \text{ m}$
$F_4 = P_4 \cdot h_4 = 23,0 \cdot (f + 1,5) = 23,0f + 34,5 \text{ KN /m}$	$B_4 = 1/2f + 0,75 \text{ m}$
$F_5 = \frac{1}{2} \cdot (P_5 \cdot h_5) = \frac{1}{2} \cdot (18,4 \cdot 3) = 27,6 \text{ KN /m}$	$B_5 = f - 1/2 \text{ m}$
$F_6 = P_6 \cdot h_6 = 18,4 \cdot (f - 1,5) = 18,4f - 27,6 \text{ KN /m}$	$B_6 = 1/2f - 0,75 \text{ m}$
$F_7 = \frac{1}{2} \cdot (P_7 \cdot h_7) = \frac{1}{2} \cdot (3,6f - 5,5) \cdot (f - 1,5) = 1,8f^2 - 5,5f + 4,1 \text{ KN /m}$	$B_7 = 1/3f - 1/2 \text{ m}$
$F_8 = \frac{1}{2} \cdot (P_8 \cdot h_8) = \frac{1}{2} \cdot (9,8f - 14,7) \cdot (f - 1,5) = 4,9f^2 - 14,7f + 11,0 \text{ KN /m}$	$B_8 = 1/3f - 1/2 \text{ m}$
$F_9 = \frac{1}{2} \cdot (P_9 \cdot h_9) = \frac{1}{2} \cdot 60,2 \cdot (1,5 - 0,5) = 30,1 \text{ KN /m}$	$B_9 = f - 7/6 \text{ m}$
$F_{10} = P_{10} \cdot h_{10} = 60,2 \cdot (f - 1,5) = 60,2f - 90,3 \text{ KN /m}$	$B_{10} = 1/2f - 0,75 \text{ m}$
$F_{11} = \frac{1}{2} \cdot (P_{11} \cdot h_{11}) = \frac{1}{2} \cdot (35,7f - 53,6) \cdot (f - 1,5) = 17,9f^2 - 53,6f + 40,2 \text{ KN/m}$	$B_{11} = 1/3f - 1/2 \text{ m}$
$F_{12} = \frac{1}{2} \cdot (P_{12} \cdot h_{12}) = \frac{1}{2} \cdot (9,8f - 14,7) \cdot (f - 1,5) = 4,9f^2 - 14,7f + 11,0 \text{ KN /m}$	$B_{12} = 1/3f - 1/2 \text{ m}$

**Tabela 21 - Cortina em consola: Estacas-pranchas metálicas selecionadas**

Cortina em consola: estacas pranchas metálicas selecionados		
Características dos perfis	Perfil Z – AZ 37-700	Perfil U – PU 32
Classe da secção	2	2
Área da secção (cm <sup>2</sup> / m)	226,0	242,0
Massa do perfil (Kg/m)	124,2	114,1
Massa da cortina (Kg/m <sup>2</sup> )	177,0	190,0
W <sub>pl</sub> (cm <sup>3</sup> / m)	4260	3687
W <sub>el</sub> (cm <sup>3</sup> / m)	3705	3200

**Tabela 22 - Cortina monoapoiada: Cálculo de pressões - Combinação 1**

Cortina monoapoiada: cálculo de pressões – Combinação 1	
Expressões de cálculo	Pressões - valores de cálculo
$P_1 = \gamma_Q \cdot Q \cdot K_{a1,d}$	$P_1 = 1,5 \cdot 10 \cdot 0,295 = 4,4 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_2 = \gamma_Q \cdot Q \cdot K_{a2,d}$	$P_2 = 1,5 \cdot 10 \cdot 0,249 = 3,7 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_3 = \gamma_G \cdot \gamma_1 \cdot h_3 \cdot K_{a1,d}$	$P_3 = 1,35 \cdot 18 \cdot 4 \cdot 0,295 = 28,7 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_4 = \gamma_G \cdot \gamma_1 \cdot h_3 \cdot K_{a2,d}$	$P_4 = 1,35 \cdot 18 \cdot 4 \cdot 0,249 = 24,2 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_5 = \gamma_G \cdot \gamma_2 \cdot h_5 \cdot K_{a2,d}$	$P_5 = 1,35 \cdot 19,2 \cdot 3 \cdot 0,249 = 19,4 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_6 = \gamma_G \cdot \gamma_2 \cdot h_5 \cdot K_{a2,d}$	$P_6 = 1,35 \cdot 19,2 \cdot 3 \cdot 0,249 = 19,4 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_7 = \gamma_G \cdot \gamma'_2 \cdot h_7 \cdot K_{a2,d}$	$P_7 = 1,35 \cdot (21,2 - 9,8) \cdot (f - 1,5) \cdot 0,249 = 3,8f - 5,8 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_8 = \gamma_G \cdot \gamma_w \cdot h_w$	$P_8 = 1,35 \cdot 9,8 \cdot (f - 1,5) = 13,2f - 19,9 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_9 = \gamma_G \cdot \gamma_2 \cdot h_9 \cdot K_{p2,d} \cdot 1 / \gamma_{R,e}$	$P_9 = 1 \cdot 19,2 \cdot (1,5 - 0,45) \cdot 4,022 \cdot 1 = 81,1 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_{10} = \gamma_G \cdot \gamma_2 \cdot h_9 \cdot K_{p2,d} \cdot 1 / \gamma_{R,e}$	$P_{10} = 1 \cdot 19,2 \cdot (1,5 - 0,45) \cdot 4,022 \cdot 1 = 81,1 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_{11} = \gamma_G \cdot \gamma'_2 \cdot h_{11} \cdot K_{p2,d} \cdot 1 / \gamma_{R,e}$	$P_{11} = 1 \cdot (21,2 - 9,8) \cdot (f - 1,5) \cdot 4,022 \cdot 1 = 45,9f - 68,8 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_{12} = \gamma_G \cdot \gamma_w \cdot h_w$	$P_{12} = 1 \cdot 9,8 \cdot (f - 1,5) = 9,8f - 14,7 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$



**Tabela 23 - Cortina monoapoiada: Cálculo de forças e braços – Combinação 1**

Cortina monoapoiada: cálculo de forças e braços - Combinação 1	
Forças - valores de cálculo	Braços- valores de cálculo
$F_1 = P_1 * h_1 = 4,4 * 4 = 17,6 \text{ KN /m}$	$B_1 = 1,0 \text{ m}$
$F_2 = P_2 * h_2 = 3,7 * (f+1,5) = 3,7f+5,6 \text{ KN /m}$	$B_2 = 1/2f+3,75 \text{ m}$
$F_3 = \frac{1}{2} * (P_3 * h_3) = \frac{1}{2} * (28,7 * 4) = 57,4 \text{ KN /m}$	$B_3 = 7/6 \text{ m}$
$F_4 = P_4 * h_4 = 24,2 * (f+1,5) = 24,2f+36,3 \text{ KN /m}$	$B_4 = 1/2f+3,75 \text{ m}$
$F_5 = \frac{1}{2} * (P_5 * h_5) = \frac{1}{2} * (19,4 * 3) = 29,1 \text{ KN /m}$	$B_5 = 5,0 \text{ m}$
$F_6 = P_6 * h_6 = 19,4 * (f-1,5) = 19,4f-29,1 \text{ KN /m}$	$B_6 = 1/2f+5,25 \text{ m}$
$F_7 = \frac{1}{2} * (P_7 * h_7) = \frac{1}{2} * (3,8f-5,8) * (f-1,5) = 1,9f^2-5,8f+4,3 \text{ KN /m}$	$B_7 = 2/3f+5,0 \text{ m}$
$F_8 = \frac{1}{2} * (P_8 * h_8) = \frac{1}{2} * (13,2f-19,9) * (f-1,5) = 6,6f^2-19,9f+14,9 \text{ KN /m}$	$B_8 = 2/3f+5,0 \text{ m}$
$F_9 = \frac{1}{2} * (P_9 * h_9) = \frac{1}{2} * 81,1 * (1,5-0,45) = 42,6 \text{ KN /m}$	$B_9 = 5,65 \text{ m}$
$F_{10} = P_{10} * h_{10} = 81,1 * (f-1,5) = 81,1f-121,7 \text{ KN /m}$	$B_{10} = 1/2f+5,25 \text{ m}$
$F_{11} = \frac{1}{2} * (P_{11} * h_{11}) = \frac{1}{2} * (45,9f-68,8) * (f-1,5) = 22,9f^2-68,8f+51,6 \text{ KN/m}$	$B_{11} = 2/3f+5,0 \text{ m}$
$F_{12} = \frac{1}{2} * (P_{12} * h_{12}) = \frac{1}{2} * (9,8f-14,7) * (f-1,5) = 4,9f^2-14,7f+11,0 \text{ KN /m}$	$B_{12} = 2/3f+5,0 \text{ m}$

**Tabela 24 - Cortina monoapoiada: Cálculo de pressões - Combinação 2**

Cortina monoapoiada: cálculo de pressões – Combinação 2	
Expressões de cálculo	Pressões - valores de cálculo
$P_1 = \gamma_Q \cdot Q \cdot K_{a1,d}$	$P_1 = 1,3 \cdot 10 \cdot 0,369 = 4,8 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_2 = \gamma_Q \cdot Q \cdot K_{a2,d}$	$P_2 = 1,3 \cdot 10 \cdot 0,319 = 4,1 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_3 = \gamma_G \cdot \gamma_1 \cdot h_3 \cdot K_{a1,d}$	$P_3 = 1,0 \cdot 18 \cdot 4 \cdot 0,369 = 26,6 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_4 = \gamma_G \cdot \gamma_1 \cdot h_3 \cdot K_{a2,d}$	$P_4 = 1,0 \cdot 18 \cdot 4 \cdot 0,319 = 23,0 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_5 = \gamma_G \cdot \gamma_2 \cdot h_5 \cdot K_{a2,d}$	$P_5 = 1,0 \cdot 19,2 \cdot 3 \cdot 0,319 = 18,4 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_6 = \gamma_G \cdot \gamma_2 \cdot h_5 \cdot K_{a2,d}$	$P_6 = 1,0 \cdot 19,2 \cdot 3 \cdot 0,319 = 18,4 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_7 = \gamma_G \cdot \gamma'_2 \cdot h_7 \cdot K_{a2,d}$	$P_7 = 1,0 \cdot (21,2 - 9,8) \cdot (f - 1,5) \cdot 0,319 = 3,6f - 5,5 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_8 = \gamma_G \cdot \gamma_w \cdot h_w$	$P_8 = 1,0 \cdot 9,8 \cdot (f - 1,5) = 9,8f - 14,7 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_9 = \gamma_G \cdot \gamma_2 \cdot h_9 \cdot K_{p2,d} \cdot 1 / \gamma_{R,e}$	$P_9 = 1 \cdot 19,2 \cdot (1,5 - 0,45) \cdot 3,135 \cdot 1 = 63,2 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_{10} = \gamma_G \cdot \gamma_2 \cdot h_9 \cdot K_{p2,d} \cdot 1 / \gamma_{R,e}$	$P_{10} = 1 \cdot 19,2 \cdot (1,5 - 0,45) \cdot 3,135 \cdot 1 = 63,2 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_{11} = \gamma_G \cdot \gamma'_2 \cdot h_{11} \cdot K_{p2,d} \cdot 1 / \gamma_{R,e}$	$P_{11} = 1 \cdot (21,2 - 9,8) \cdot (f - 1,5) \cdot 3,135 \cdot 1 = 35,7f - 53,6 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$
$P_{12} = \gamma_G \cdot \gamma_w \cdot h_w$	$P_{12} = 1 \cdot 9,8 \cdot (f - 1,5) = 9,8f - 14,7 \text{ KN/m}^2 / \text{m}$

**Tabela 25 - Cortina monoapoiada: Cálculo de forças e braços - Combinação 2**

Cortina monoapoiada: cálculo de forças e braços - Combinação 2	
Forças - valores de cálculo	Braços- valores de cálculo
$F_1 = P_1 \cdot h_1 = 4,8 \cdot 4 = 19,2 \text{ KN /m}$	$B_1 = 1,0 \text{ m}$
$F_2 = P_2 \cdot h_2 = 4,1 \cdot (f+1,5) = 4,1f+6,2 \text{ KN /m}$	$B_2 = 1/2f+3,75 \text{ m}$
$F_3 = \frac{1}{2} \cdot (P_3 \cdot h_3) = \frac{1}{2} \cdot (26,6 \cdot 4) = 53,2 \text{ KN /m}$	$B_3 = 7/6 \text{ m}$
$F_4 = P_4 \cdot h_4 = 23,0 \cdot (f+1,5) = 23,0f+34,5 \text{ KN /m}$	$B_4 = 1/2f+3,75 \text{ m}$
$F_5 = \frac{1}{2} \cdot (P_5 \cdot h_5) = \frac{1}{2} \cdot (18,4 \cdot 3) = 27,6 \text{ KN /m}$	$B_5 = 5,0 \text{ m}$
$F_6 = P_6 \cdot h_6 = 18,4 \cdot (f-1,5) = 18,4f-27,6 \text{ KN /m}$	$B_6 = 1/2f+5,25 \text{ m}$
$F_7 = \frac{1}{2} \cdot (P_7 \cdot h_7) = \frac{1}{2} \cdot (3,6f-5,5) \cdot (f-1,5) = 1,8f^2-5,5f+4,1 \text{ KN /m}$	$B_7 = 2/3f+5,0 \text{ m}$
$F_8 = \frac{1}{2} \cdot (P_8 \cdot h_8) = \frac{1}{2} \cdot (9,8f-14,7) \cdot (f-1,5) = 4,9f^2-14,7f+11,0 \text{ KN /m}$	$B_8 = 2/3f+5,0 \text{ m}$
$F_9 = \frac{1}{2} \cdot (P_9 \cdot h_9) = \frac{1}{2} \cdot 63,2 \cdot (1,5-0,45) = 33,2 \text{ KN /m}$	$B_9 = 5,65 \text{ m}$
$F_{10} = P_{10} \cdot h_{10} = 63,2 \cdot (f-1,5) = 63,2f-94,8 \text{ KN /m}$	$B_{10} = 1/2f+5,25 \text{ m}$
$F_{11} = \frac{1}{2} \cdot (P_{11} \cdot h_{11}) = \frac{1}{2} \cdot (35,7f-53,6) \cdot (f-1,5) = 17,9f^2-53,6f+40,2 \text{ KN/m}$	$B_{11} = 2/3f+5,0 \text{ m}$
$F_{12} = \frac{1}{2} \cdot (P_{12} \cdot h_{12}) = \frac{1}{2} \cdot (9,8f-14,7) \cdot (f-1,5) = 4,9f^2-14,7f+11,0 \text{ KN /m}$	$B_{12} = 2/3f+5,0 \text{ m}$

**Tabela 26 - Cortina monoapoiada: Estacas-pranchas metálicas seleccionadas**

Cortina monoapoiada: estacas pranchas metálicas seleccionadas		
Características dos perfis	Perfil Z – AZ 12	Perfil U – PU 11R
Classe da secção	2	2
Área da secção (cm <sup>2</sup> / m)	126,0	123,0
Massa do perfil (Kg/m)	66,1	58,1
Massa da cortina (Kg/m <sup>2</sup> )	99,0	97,0
W <sub>pl</sub> (cm <sup>3</sup> / m)	1409	1370
W <sub>el</sub> (cm <sup>3</sup> / m)	1200	1165

**Tabela 27 - Correção de Rowe: Dados para a curva estrutural**

Dados para a curva estrutural				
Perfil metálico	W (cm <sup>3</sup> /m)	I (cm <sup>4</sup> /m)	Log <sub>10</sub> ρ	Mrd (kN.m/m)
PU 8R	775	10830	-0,638	186,0
PU 9R	940	16930	-0,833	225,6
PU 10R	1055	18960	-0,883	253,2
PU 11R	1165	20960	-0,924	279,6

**Tabela 28 - Correção de Rowe: Dados para a curva de serviço**

Dados para a curva de serviço		
$\text{Log}_{10} \rho$ (pontos conhecidos)	$M_{\text{corrigido}} / M_{\text{máximo}}$	$M_{\text{ed}} = 197,0 \text{ (kN.m/m)}$
-0,50	0,875	172,4
-0,25	0,716	141,1
0,00	0,581	114,5
+0,25	0,469	92,4

**Tabela 29 - Escoramento metálico: Viga de topo - verificação à encurvadura (compressão)**

Escoramento metálico: viga de topo – verificação à encurvadura (compressão)	
Encurvadura segundo eixo mais forte (y-y)	Encurvadura segundo eixo mais fraco (z-z)
$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{fy}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$	$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{fy}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$
$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 1 = 93,9$	$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 1 = 93,9$
<i>HE300B: iy = 12,99 cm ; A = 149,1 cm<sup>2</sup>;</i>	<i>HE300B: iz = 7,58 cm ; A = 149,1 cm<sup>2</sup></i>
$\lambda_y = \frac{L_{cry}}{iy} = \frac{5750}{129,9} = 44,27$	$\lambda_z = \frac{L_{crz}}{iz} = \frac{5750}{75,8} = 75,86$
$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{44,27}{93,9} = 0,471$	$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{75,86}{93,9} = 0,808$
<i>Curva encurvadura</i> $\left\{ \begin{array}{l} \frac{h}{b} \leq 1,2 \\ t_f \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right. \rightarrow \text{curva b}$	<i>Curva encurvadura</i> $\left\{ \begin{array}{l} \frac{h}{b} \leq 1,2 \\ t_f \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right. \rightarrow \text{curva c}$
<i>Curva b</i> $\rightarrow \alpha_y = 0,34$	<i>Curva c</i> $\rightarrow \alpha_z = 0,49$
$\Phi_y = 0,5 * [1 + \alpha_y * (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,657$	$\Phi_z = 0,5 * [1 + \alpha_z * (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,975$
$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = 0,897$	$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = 0,658$
$N_{y,b,rd} = \chi_y * \frac{A * fy}{\gamma_{M1}}; \quad \gamma_{M1} = 1,0$	$N_{z,b,rd} = \chi_z * \frac{A * fy}{\gamma_{M1}}; \quad \gamma_{M1} = 1,0$
$N_{y,b,rd} = 0,89 * \frac{14910 * 235}{1,0} * 10^{-3} = 3143 \text{ kN}$	$N_{z,b,rd} = 0,65 * \frac{14910 * 235}{1,0} * 10^{-3} = 2305 \text{ kN}$
$N_{ed} \leq N_{y,b,rd}$	$N_{ed} \leq N_{z,b,rd}$
$86,46 \text{ kN} \leq 3143 \text{ kN} \quad \text{Verifica}$	$86,46 \text{ kN} \leq 2305 \text{ kN} \quad \text{Verifica}$

**Tabela 30 - Escoramento metálico: Viga longitudinal - verificação à encurvadura (compressão)**

Escoram. metálico: viga longitudinal – verificação à encurvadura (compressão)	
Encurvadura segundo eixo mais forte (y-y)	Encurvadura segundo eixo mais fraco (z-z)
$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{fy}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$	$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{fy}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$
$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 1 = 93,9$	$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 1 = 93,9$
HE220B: $i_y = 9,43 \text{ cm}$ ; $A = 91,04 \text{ cm}^2$ ;	HE220B: $i_z = 5,59 \text{ cm}$ ; $A = 91,04 \text{ cm}^2$
$\lambda_y = \frac{L_{cry}}{i_y} = \frac{4000}{94,3} = 42,42$	$\lambda_z = \frac{L_{crz}}{i_z} = \frac{4000}{55,9} = 71,56$
$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{42,42}{93,9} = 0,452$	$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{71,56}{93,9} = 0,762$
Curva encurvadura $\left\{ \begin{array}{l} \frac{h}{b} \leq 1,2 \\ t_f \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right. \rightarrow \text{curva b}$	Curva encurvadura $\left\{ \begin{array}{l} \frac{h}{b} \leq 1,2 \\ t_f \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right. \rightarrow \text{curva c}$
Curva b $\rightarrow \alpha_y = 0,34$	Curva c $\rightarrow \alpha_z = 0,49$
$\Phi_y = 0,5 * [1 + \alpha_y * (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,645$	$\Phi_z = 0,5 * [1 + \alpha_z * (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,928$
$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = 0,905$	$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = 0,686$
$N_{y,b,rd} = \chi_y * \frac{A * fy}{\gamma_{M1}}; \quad \gamma_{M1} = 1,0$	$N_{z,b,rd} = \chi_z * \frac{A * fy}{\gamma_{M1}}; \quad \gamma_{M1} = 1,0$
$N_{y,b,rd} = 0,905 * \frac{9104 * 235}{1,0} * 10^{-3} = 1936 \text{ kN}$	$N_{z,b,rd} = 0,686 * \frac{9104 * 235}{1,0} * 10^{-3} = 1467 \text{ kN}$
$N_{ed} \leq N_{y,b,rd}$	$N_{ed} \leq N_{z,b,rd}$
$248,57 \text{ kN} \leq 1936 \text{ kN} \quad \text{Verifica}$	$248,57 \text{ kN} \leq 1467 \text{ kN} \quad \text{Verifica}$

**Tabela 31 - Escoramento metálico: Viga longitudinal - verificação à encurvadura (Momentos<sup>+</sup>)**

Escoramento metálico: viga longitudinal – verificação à encurvadura (Momentos <sup>+</sup> )	
Tramo 1e 3 ↔ [Momentos <sup>+</sup> ]	Tramo 2 ↔ [Momentos <sup>+</sup> ]
$M_{cr} = 687,4 * 10^6 N.mm$	$M_{cr} = 780,8 * 10^6 N.mm$
$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{827 * 10^3 * 235}{687,4 * 10^6}} = 0,532$	$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{827 * 10^3 * 235}{780,8 * 10^6}} = 0,499$
$Curva\ encurvadura \rightarrow \frac{h}{b} \leq 2,0 \rightarrow curva\ a$	$Curva\ encurvadura \rightarrow \frac{h}{b} \leq 2,0 \rightarrow curva\ a$
$Curva\ a \rightarrow \alpha_{LT} = 0,21$	$Curva\ a \rightarrow \alpha_{LT} = 0,21$
$\Phi_{LT} = 0,5 * [1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]$	$\Phi_{LT} = 0,5 * [1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]$
$\Phi_{LT} = 0,676$	$\Phi_{LT} = 0,656$
$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + (\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2)^{0,5}} = 0,915$	$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + (\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2)^{0,5}} = 0,924$
$M_{b,rd} = \chi_{LT} * W_y * \frac{f_y}{\gamma_{M1}}; \quad \gamma_{M1} = 1,0$	$M_{b,rd} = \chi_{LT} * W_y * \frac{f_y}{\gamma_{M1}}; \quad \gamma_{M1} = 1,0$
$M_{b,rd} = 0,915 * \frac{827 * 10^3 * 235}{1,0} * 10^{-6} = 177,8$	$M_{b,rd} = 0,924 * \frac{827 * 10^3 * 235}{1,0} * 10^{-6} = 179,6$
$M_{ed} \leq M_{b,rd}$	$M_{ed} \leq M_{b,rd}$
$111,25\ kN.m \leq 177,8\ kN.m \quad Verifica$	$36,06\ kN.m \leq 179,6\ kN.m \quad Verifica$




**Tabela 32 - Escoramento metálico: Escora intermédia - verificação à encurvadura (compressão)**

Escoram. metálico: escora intermédia – verificação à encurvadura (compressão)	
Encurvadura segundo eixo mais forte (y-y)	Encurvadura segundo eixo mais fraco (z-z)
$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{fy}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$	$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{fy}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$
$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 1 = 93,9$	$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 1 = 93,9$
<i>HE160B: <math>i_y = 6,78 \text{ cm}</math> ; <math>A = 54,25 \text{ cm}^2</math></i>	<i>HE160B: <math>i_y = 4,05 \text{ cm}</math> ; <math>A = 54,25 \text{ cm}^2</math></i>
$\lambda_y = \frac{L_{cry}}{i_y} = \frac{5150}{67,8} = 75,96$	$\lambda_z = \frac{L_{crz}}{i_z} = \frac{5150}{40,5} = 127,16$
$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{75,96}{93,9} = 0,809$	$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{127,16}{93,9} = 1,354$
<i>Curva encurvadura <math>\left\{ \begin{array}{l} \frac{h}{b} \leq 1,2 \\ t_f \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right. \rightarrow \text{curva b}</math></i>	<i>Curva encurvadura <math>\left\{ \begin{array}{l} \frac{h}{b} \leq 1,2 \\ t_f \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right. \rightarrow \text{curva c}</math></i>
<i>Curva b <math>\rightarrow \alpha_y = 0,34</math></i>	<i>Curva c <math>\rightarrow \alpha_z = 0,49</math></i>
$\Phi_y = 0,5 * [1 + \alpha_y * (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,931$	$\Phi_z = 0,5 * [1 + \alpha_z * (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 1,699$
$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = 0,719$	$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = 0,367$
$N_{y,b,rd} = \chi_y * \frac{A * fy}{\gamma_{M1}}; \quad \gamma_{M1} = 1,0$	$N_{z,b,rd} = \chi_z * \frac{A * fy}{\gamma_{M1}}; \quad \gamma_{M1} = 1,0$
$N_{y,b,rd} = 0,719 * \frac{5425 * 235}{1,0} * 10^{-3} = 916 \text{ kN}$	$N_{z,b,rd} = 0,367 * \frac{5425 * 235}{1,0} * 10^{-3} = 468 \text{ kN}$
$N_{ed} \leq N_{y,b,rd}$	$N_{ed} \leq N_{z,b,rd}$
$380,07 \text{ kN} \leq 916 \text{ kN} \quad \text{Verifica}$	$380,07 \text{ kN} \leq 468 \text{ kN} \quad \text{Verifica}$


**Tabela 33 - Escoramento metálico: Escora de topo - verificação à encurvadura (compressão)**

Escoram. metálico: escora de topo – verificação à encurvadura (compressão)	
Encurvadura segundo eixo mais forte (y-y)	Encurvadura segundo eixo mais fraco (z-z)
$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{fy}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$	$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{fy}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$
$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 1 = 93,9$	$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 1 = 93,9$
HE120B: $i_y = 5,04 \text{ cm}$ ; $A = 34,01 \text{ cm}^2$	HE120B: $i_z = 3,06 \text{ cm}$ ; $A = 34,01 \text{ cm}^2$
$\lambda_y = \frac{L_{cry}}{i_y} = \frac{5150}{50,4} = 102,18$	$\lambda_z = \frac{L_{crz}}{i_z} = \frac{5150}{30,6} = 168,30$
$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{102,18}{93,9} = 1,088$	$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{168,30}{93,9} = 1,792$
Curva encurvadura $\left\{ \begin{array}{l} \frac{h}{b} \leq 1,2 \\ t_f \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right. \rightarrow \text{curva b}$	Curva encurvadura $\left\{ \begin{array}{l} \frac{h}{b} \leq 1,2 \\ t_f \leq 100 \text{ mm} \end{array} \right. \rightarrow \text{curva c}$
Curva b $\rightarrow \alpha_y = 0,34$	Curva c $\rightarrow \alpha_z = 0,49$
$\Phi_y = 0,5 * [1 + \alpha_y * (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 1,243$	$\Phi_z = 0,5 * [1 + \alpha_z * (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 2,496$
$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = 0,542$	$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = 0,236$
$N_{y,b,rd} = \chi_y * \frac{A * fy}{\gamma_{M1}}; \quad \gamma_{M1} = 1,0$	$N_{z,b,rd} = \chi_z * \frac{A * fy}{\gamma_{M1}}; \quad \gamma_{M1} = 1,0$
$N_{y,b,rd} = 0,542 * \frac{3401 * 235}{1,0} * 10^{-3} = 433 \text{ kN}$	$N_{z,b,rd} = 0,236 * \frac{3401 * 235}{1,0} * 10^{-3} = 188 \text{ kN}$
$N_{ed} \leq N_{y,b,rd}$	$N_{ed} \leq N_{z,b,rd}$
$138,70 \text{ kN} \leq 433 \text{ kN} \quad \text{Verifica}$	$138,70 \text{ kN} \leq 188 \text{ kN} \quad \text{Verifica}$


**Tabela 34 - Ficha composição de custos: Cortina em consola perfil AZ -37 700**

FICHA DE ATIVIDADE - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS					
Data: Julho 2013	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE (m2)				
Cortina em consola de estacas pranchas metálicas recuperáveis, em aço S240 GP, composta por perfis de aço laminado a quente em forma de Z - Perfil AZ - 37 - 700 da ArcelorMittal ou equivalente com altura de 15 m, cravadas em solos arenosos.					
Obra:					
					Código:
<b>MÃO-DE-OBRA( MO)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Operário especializado construção civil	0,303	h	13,32 €	4,04 €	
					<b>TOTAL MO</b>
					4,04 €
<b>MATERIAIS (MAT)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Perfil AZ - 37 - 700 ( espessura 17 mm)	1,000	m2	9,46 €	9,46 €	
					<b>TOTAL MAT</b>
					9,46 €
<b>MÁQUINAS (MÁQ)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Grua móvel ,telescópica, 30 ton, h= 27 m	0,287	h	66,82 €	19,18 €	
Martelo percutor de duplo efeito	0,286	h	196,34 €	56,15 €	
					<b>TOTAL MÁQ</b>
					75,33 €
<b>OUTROS RECURSOS (OR)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Meios auxiliares	2,000	%	88,83 €	1,78 €	
					<b>TOTAL OR</b>
					1,78 €
<b>CD - CUSTO DIRETO ( coeficiente de eficiência=1,0 )</b>					90,60 €
Incidência no CD: MO= 4,5 % ; MAT= 10,4 %; MAQ= 83,1%; OR= 2,0%					
<b>CI - Custo Indireto ( Sem Lucro, % Custos Indiretos =10%)</b>					99,66 €
<b>CT- custo Total ( Com lucro, % de lucros= 8%)</b>					107,64 €


**Tabela 35 - Ficha composição de custos: Cortina monoapoiada perfil PU 11R**

FICHA DE ATIVIDADE - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS					
Data: Julho 2013	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE (m2)				
Cortina monoapoiada de estacas pranchas metálicas recuperáveis, em aço S240 GP, composta por perfis de aço laminado a quente em forma de U - Perfil PU 11R da ArcelorMittal ou equivalente com altura de 8,5 m, cravadas em solos arenosos.					
Obra:					
					Código:
<b>MÃO-DE-OBRA( MO)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Operário especializado construção civil	0,197	h	13,32 €	2,62 €	
					<b>TOTAL MO</b>
					2,62 €
<b>MATERIAIS (MAT)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Perfil PU 11R ( espessura 9 mm)	1,000	m2	5,00 €	5,00 €	
					<b>TOTAL MAT</b>
					5,00 €
<b>MÁQUINAS (MÁQ)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Grua móvel ,telescópica, 30 ton, h= 27 m	0,187	h	66,82 €	12,47 €	
Martelo percutor de duplo efeito	0,186	h	196,34 €	36,50 €	
					<b>TOTAL MÁQ</b>
					48,96 €
<b>OUTROS RECURSOS (OR)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Meios auxiliares	2,000	%	56,59 €	1,13 €	
					<b>TOTAL OR</b>
					1,13 €
<b>CD - CUSTO DIRETO ( coeficiente de eficiência=1,0)</b>					57,72 €
Incidência no CD: MO= 4,5 % ; MAT= 8,7 %; MAQ= 84,8%; OR= 2,0%					
<b>CI - Custo Indireto (Sem Lucro, % Custos Indiretos =10%)</b>					63,49 €
<b>CT- custo Total ( Com lucro, % de lucros= 8%)</b>					68,57 €


**Tabela 36 - Ficha composição de custos: Cortina monoapoiada perfil PU 9R**

FICHA DE ATIVIDADE - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS					
Data: Julho 2013	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE (m2)				
Cortina monoapoiada de estacas pranchas metálicas recuperáveis, em aço S240 GP, composta por perfis de aço laminado a quente em forma de U - Perfil PU 9R da ArcelorMittal ou equivalente com altura de 8,5 m, cravadas em solos arenosos.					
Obra:					
					Código:
<b>MÃO-DE-OBRA( MO)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Operário especializado construção civil	0,197	h	13,32 €	2,62 €	
					<b>TOTAL MO</b>
					2,62 €
<b>MATERIAIS (MAT)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Perfil PU 9R ( espessura 7 mm)	1,000	m2	3,90 €	3,90 €	
					<b>TOTAL MAT</b>
					3,90 €
<b>MÁQUINAS (MÁQ)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Grua móvel ,telescópica, 30 ton, h= 27 m	0,187	h	66,82 €	12,47 €	
Martelo percutor de duplo efeito	0,186	h	196,34 €	36,50 €	
					<b>TOTAL MÁQ</b>
					48,96 €
<b>OUTROS RECURSOS (OR)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Meios auxiliares	2,000	%	55,49 €	1,11 €	
					<b>TOTAL OR</b>
					1,11 €
<b>CD - CUSTO DIRETO ( coeficiente de eficiência=1,0)</b>					56,60 €
Incidência no CD: MO= 4,6 % ; MAT= 6,9 %; MAQ= 86,5%; OR= 2,0%					
<b>CI - Custo Indireto (Sem Lucro, % Custos Indiretos =10%)</b>					62,26 €
<b>CT- custo Total ( Com lucro, % de lucros= 8%)</b>					67,24 €


**Tabela 37 - Ficha composição de custos: Cortina monoapoiada escoramento metálico**

FICHA DE ATIVIDADE - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS					
Data: Julho 2013	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE (kg)				
Escoramento metálico horizontal interior à cortina de estacas pranchas, fornecimento e aplicação de perfis em aço S235, incluindo todas as fixações, ligações, remoção a vazadouro, e todos os materiais e trabalhos necessários					
					Obra:
					Código:
<b>MÃO-DE-OBRA( MO)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Fabrico - Serralheiro	0,015	h	8,52 €	0,13 €	
Montagem - Serralheiro	0,007	h	8,52 €	0,06 €	
Desmontagem - Serralheiro	0,005	h	8,52 €	0,04 €	
					<b>TOTAL MO</b>
					0,23 €
<b>MATERIAIS (MAT)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Perfis metálicos, incluindo acessórios	1,250	kg	2,00 €	2,50 €	
					<b>TOTAL MAT</b>
					2,50 €
<b>MÁQUINAS (MÁQ)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Grua móvel ,telescópica, 25 ton	0,012	h	53,25 €	0,64 €	
Camião 8 Ton	0,002	h	27,43 €	0,05 €	
					<b>TOTAL MÁQ</b>
					0,69 €
<b>OUTROS RECURSOS (OR)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Meios auxiliares	2,000	%	3,42 €	0,07 €	
					<b>TOTAL OR</b>
					0,07 €
<b>CD - CUSTO DIRETO ( coeficiente de eficiência=1,0)</b>					3,49 €
Incidência no CD: MO= 6,6% ; MAT= 71,6 %; MAQ= 19,9%; OR= 2,0%					
<b>CI - Custo Indireto (Sem Lucro, % Custos Indiretos =10%)</b>					3,84 €
<b>CT- custo Total ( Com lucro, % de lucros= 8%)</b>					4,15 €

**Tabela 38 - Ficha composição de custos: Cortina monoapoiada betão de enchimento**

FICHA DE ATIVIDADE - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS					
Data: Julho 2013	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE (m3)				
Enchimento dos espaços existentes entre a viga de distribuição e as estacas pranchas metálicas com betão C16/20 incluindo todos os materiais e trabalhos necessários					
Obra:					
					Código:
<b>MÃO-DE-OBRA( MO)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Pedreiro	0,420	h	8,52 €	3,58 €	
Sevente	2,650	h	6,22 €	16,48 €	
					<b>TOTAL MO</b>
					20,06 €
<b>MATERIAIS (MAT)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Betão C16/20	1,000	m3	51,57 €	51,57 €	
Gasóleo	0,630	l	1,38 €	0,87 €	
					<b>TOTAL MAT</b>
					52,44 €
<b>MÁQUINAS (MÁQ)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Vibrador	0,420	h	1,56 €	0,66 €	
					<b>TOTAL MÁQ</b>
					0,66 €
<b>OUTROS RECURSOS (OR)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Meios auxiliares	2,000	%	73,16 €	1,46 €	
					<b>TOTAL OR</b>
					1,46 €
<b>CD - CUSTO DIRETO ( coeficiente de eficiência=1,0)</b>					74,62 €
Incidência no CD: MO= 26,9% ; MAT= 70,3 %; MAQ= 0,9%; OR= 2,0%					
<b>CI - Custo Indireto (Sem Lucro, % Custos Indiretos =10%)</b>					82,08 €
<b>CT- custo Total ( Com lucro, % de lucros= 8%)</b>					88,65 €

**Tabela 39 - Ficha composição de custos: Cortina monoapoiada armadura**

FICHA DE ATIVIDADE - COMPOSIÇÃO DE CUSTOS					
Data: Julho 2013	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE (kg)				
Armaduras $\phi$ 12 mm de aço A400 NR para suporte do betão de enchimento dos espaços existentes entre a viga de distribuição e as estacas pranchas incluindo todos os materiais e trabalhos necessários					
Obra: Código:					
<b>MÃO-DE-OBRA( MO)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Armador de ferro	0,030	h	8,52 €	0,26 €	
Sevente	0,030	h	6,22 €	0,19 €	
					<b>TOTAL MO</b>
					0,44 €
<b>MATERIAIS (MAT)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Varão A400 NR	1,050	kg	0,61 €	0,64 €	
Arame recozido (queimado) nº 19	0,010	kg	1,00 €	0,01 €	
					<b>TOTAL MAT</b>
					0,65 €
<b>MÁQUINAS (MÁQ)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Máquina electica de cortar ferro	0,010	h	1,98 €	0,02 €	
Máquina electica de dobrar ferro	0,010	h	1,98 €	0,02 €	
					<b>TOTAL MÁQ</b>
					0,04 €
<b>OUTROS RECURSOS (OR)</b>					
Descrição	Quantidade	Un	Custo Unitário	Total	
Meios auxiliares	2,000	%	1,13 €	0,02 €	
					<b>TOTAL OR</b>
					0,02 €
<b>CD - CUSTO DIRETO ( coeficiente de eficiência=1,0)</b> Incidência no CD: MO= 38,3% ; MAT= 56,3 %; MAQ= 3,4%; OR= 2,0%					1,15 €
<b>CI - Custo Indireto (Sem Lucro, % Custos Indiretos =10%)</b>					1,27 €
<b>CT- custo Total ( Com lucro, % de lucros= 8%)</b>					1,37 €